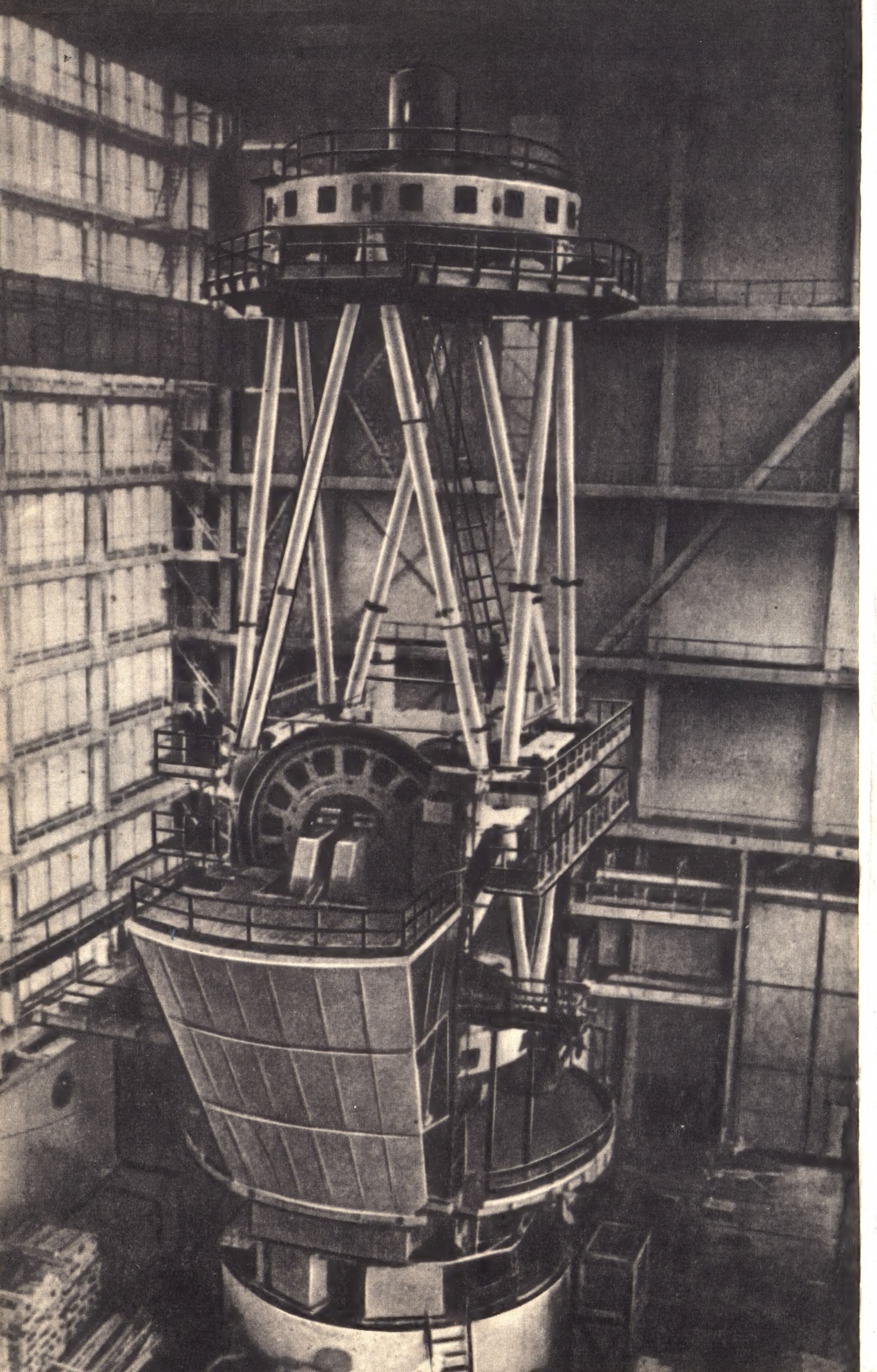
А. А. ГУРШТЕЙН

ИЗВЕЧНЫЕ ТАЙНЫ НЕБА



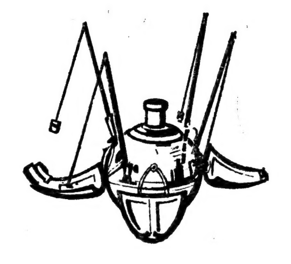




«МИР ЗНАНИЙ»

А. А. ГУРШТЕЙН

ИЗВЕЧНЫЕ ТАЙНЫ НЕБА



МОСКВА · «ПРОСВЕЩЕНИЕ» · 1973

52
Г95

На фронтисписе изображен крупнейший в мире советский 6-метровый телескоп во время предварительной сборки в цехе завода.

Гурштейн А. А.

Г95 Извечные тайны неба. М., «Просвещение», 1973.
255 с. с ил. («Мир знаний»)

Книга содержит очерки о путях познания Вселенной. Очерки рассказывают о методах астрономических исследований, о богатой событиями истории астрономии, о связи астрономии с другими науками — физикой, математикой, механикой.

Большое место в книге уделено изложению современных научных данных и, в частности, тех результатов, которые получены астрономами благодаря развитию космических исследований.

Г $\frac{0763-130}{М103(03)-73}$ 255-72 52

ВВЕДЕНИЕ

Гуляя в тенистой роще, греческий философ беседовал со своим учеником. «Скажи мне,— попросил юноша,— почему тебя часто одолевают сомнения? Ты прожил долгую жизнь, умудрен опытом и учился у великих эллинов. Как же так, что и для тебя осталось столь много неясных вопросов?»

В раздумье философ очертил посохом перед собой два круга: маленький и большой. «Твои знания — это маленький круг, а мои — большой. Но все, что осталось вне этих кругов,— неизвестность. Маленький круг мало соприкасается с неизвестностью. Чем шире круг твоих знаний, тем больше его граница с неизвестностью. И впредь, чем больше ты станешь узнавать нового, тем больше будет возникать у тебя неясных вопросов».

Греческий мудрец дал исчерпывающий ответ.

Великий ученый может найти решение волнующих его крупных проблем. Он может, словно лучом прожектора, вырвать из тьмы неизвестности дорогу для поиска следующим поколениям исследователей. Но никто и никогда не сможет написать в науке последнюю, завершающую главу.



Мы, люди двадцатого века, намного превзошли своих предшественников. Располагал ли девятнадцатый век атомоходами и сверхзвуковыми самолетами, радио и кинематографом, электронными микроскопами и телевидением?

Однако, знакомясь с трудами выдающихся ученых, например прошлого столетия, листая пожелтевшие страницы старых учебников, везде на-

талкиваешься на гордое восхищение людей именнно за свой, девятнадцатый век. Он дал человечеству железные дороги и автомобиль с двигателем внутреннего сгорания, телефон и трансатлантическую телеграфную связь, фотографию и начало широкого применения электричества.

И так было от века к веку.

Если касаться не отдельных сфер деятельности человека, а единого человеческого общества, то оно всегда продвигалось вперед. Мы оставили далеко позади наших предков. Потомки оставят далеко позади нас.

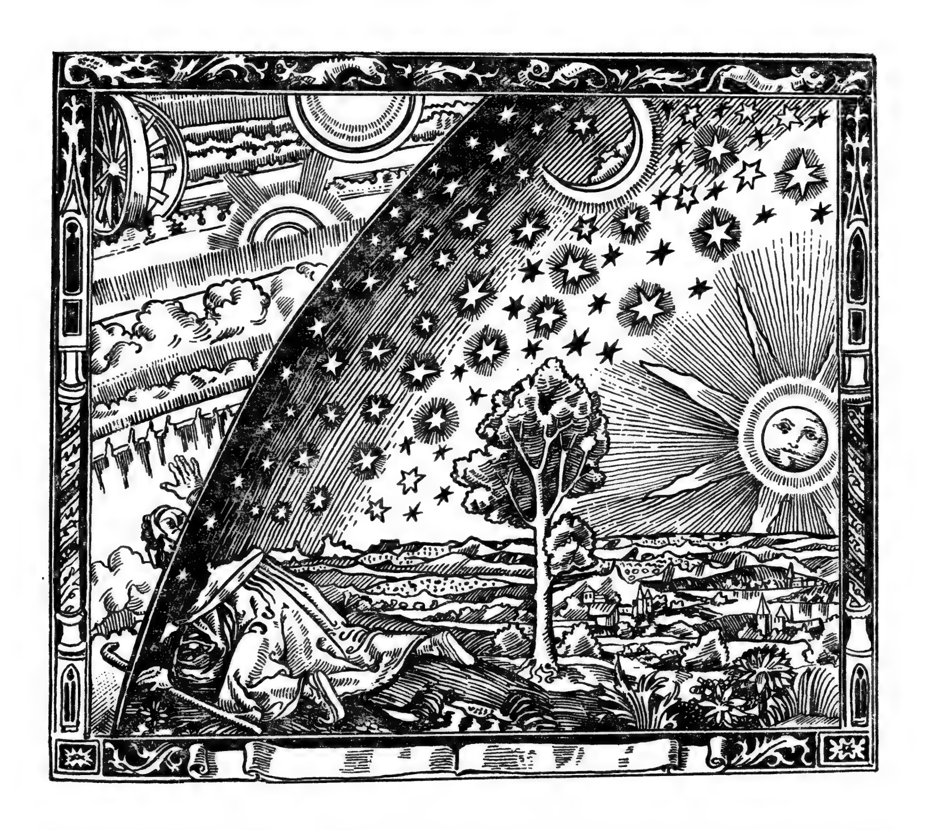
В 1665 г. в Лондоне начал выходить первый научный журнал, а в Париже — первая газета для ученых. С тех пор, как показывает статистика, число ученых, количество научных публикаций и объем научно-исследовательских работ стихийно увеличиваются за каждые 10—15 лет примерно вдвое. От 80 до 90% всех научных знаний, которыми мы сегодня располагаем, приобретены в течение жизни современного ученого. Но разве сегодня уже решены все научные проблемы? Нет, наши предшественники сумели ответить лишь на те вопросы, которые перед ними стояли и которые были им по плечу. Одновременно было порождено множество новых вопросов и новых проблем.

Футурологи — специалисты по научному прогнозу будущего — предсказывают, что в ближайшие 5—10 лет на повестке дня будут стоять такие проблемы, как автоматический перевод с одного языка на другой с помощью вычислительных машин, хирургическая пересадка новых частей тела взамен пораженных болезнью и приживление пластмассовых протезов с электронными элементами, контролируемая термоядерная реакция, промышленная эксплуатация морских недр и выращивание подводных культур для питания, контроль над погодой, иммунитет от всех инфекционных болезней, искусственное глубокое замораживание человека с целью длительных космических путешествий.

Мы изучаем Природу. Мы узнаем ее законы. Используя их, мы хотим сделать счастливой жизнь всех людей на Земле. Открытия, родившиеся сегодня в лабораториях ученых, завтра найдут применение в медицине, в сельском хозяйстве, на новых стройках, фабриках и заводах.

Природа — чудесная книга, которую наука читает для нас. Развитие науки позволяет человеку заглянуть в завтрашний день, вселяет в человека уверенность в собственных силах. А для людей далекого прошлого окружающий их мир казался пугающим и таинственным. Загадочные вопросы попадались человеку на каждом шагу. Древние люди пытались найти ответы хотя бы на некоторые из них.

В одном японском предании говорится, что давным-давно, в незапамятные времена, не существовало ни суши, ни неба. Были только перемешанные вместе свет и тьма. Тьма, которая тяжелее



света, осела вниз и образовала Землю, а свет, поднимаясь вверх, стал небом.

Запас знаний в раннюю пору жизни человечества был еще совсем невелик. И у каждого народа рождались свои легенды, свои фантастические объяснения природных загадок. В Индии, например, верили, что Земля, как половинка арбуза коркой кверху, лежит на четырех слонах. А слоны стоят на панцире исполинской черепахи, которая плавает в море.

Тысячелетиями жили в умах людей подобные небылицы. Прошли многие века, прежде чем человек стал строить океанские корабли и реактивные самолеты, начал исследовать Вселенную с помощью громадных телескопов и отправлять в космос автоматические станции. Чтобы научиться этому, он прежде всего должен был больше узнать Землю, на которой жил.

Земля — одно из бесчисленных небесных тел. Чтобы лучше изучить Землю, надо знать и то, что происходит на небе. Поэтому уже в древние времена появилась практическая необходимость в науке о небесных явлениях. Ведь жизнь людей на Земле во многом подчиняется «небесному» распорядку. От восхода и захода Солнца зависит смена дня и ночи. От того, как меняется

в пространстве взаимное расположение Солнца и Земли, зависит смена времен года. Каждому путешественнику важно знать, где он находится. Ориентироваться ему тоже помогают Солнце и звезды. По ним определяют положение севера, востока, юга и запада.

И чем больше вопросов задавал человек Природе, тем больше ответов могла дать ему наука о небе и его тайнах — астрономия. «Астрон» по-гречески значит «звезда», «номос» — «закон», а слово «астрономия» можно перевести как «учение о звездных законах».

Наша книга — о путях развития астрономии и о судьбах астрономов. О том, как на протяжении тысячелетий старая латинская поговорка per aspera ad astra — «путем тернистым к звездам» приобрела новый, буквальный смысл: человек действительно шагнул к звездам.

Глава первая

ПУЧИНЫ ЗВЕЗДНОГО МИРА

НЕБЕСНЫЕ КАРТЫ

Лето проходит. День ото дня раньше опускается под горизонт Солнце. В безлунную августовскую ночь взору открывается «ледяное озеро звезд», величественное и безбрежное.

В стихотворении «Плеяды» остро передал это ощущение известный русский поэт и писатель И. А. Бунин:

...И гулок каждый шаг
среди ночной прохлады,
И царственным венцом
Горят холодные алмазные Плеяды
В безмолвии ночном...

Некогда, по греческой мифологии, небесный свод держал на своих плечах великан Атлант. Персей показал ему голову Медузы, и великан обратился в гору. А Плеяды — семь осиротевших дочерей Атланта — были помещены Зевсом на небо.

На осеннем небе действительно привлекает к себе внимание характерная тесная группа из семи отдельных слабеньких звездочек. Греки назвали это примечательное скопление звезд *Плеядами.* В других странах люди присваивали этим звездам другие названия; на Руси, например, их издавна окрестили «ста огнями» — *Стожарами.*

Земля вращается вокруг своей оси. В результате этого нам, жителям Земли, кажется, что на протяжении ночи медленно вращается над головой весь небесный свод вместе со всем, что на нем находится: с Луной, планетами и звездами.

Древние астрономы считали, что звезды, словно серебряные гвозди, вбиты в небесный свод — «хрустальный купол неба». И они были убеждены, что этот купол на самом деле вращается вокруг Земли. Причудливые узоры, составляемые огоньками звезд, при таком вращении не нарушаются. Группы звезд, образующие эти узоры — иногда компактные, а иной раз разбросанные по большому участку неба, иногда очень характерные, а подчас и с трудом различимые,— называли созвездиями.

Названия созвездий северного неба в основном заимствованы из греческой мифологии. Богатое воображение древних наблюдателей рисовало среди звезд фигуры бессмертных героев и диковинных животных.

Расположился на небе могущественный царь *Цефей* со своей дочерью *Андромедой,* которую готов проглотить огромный

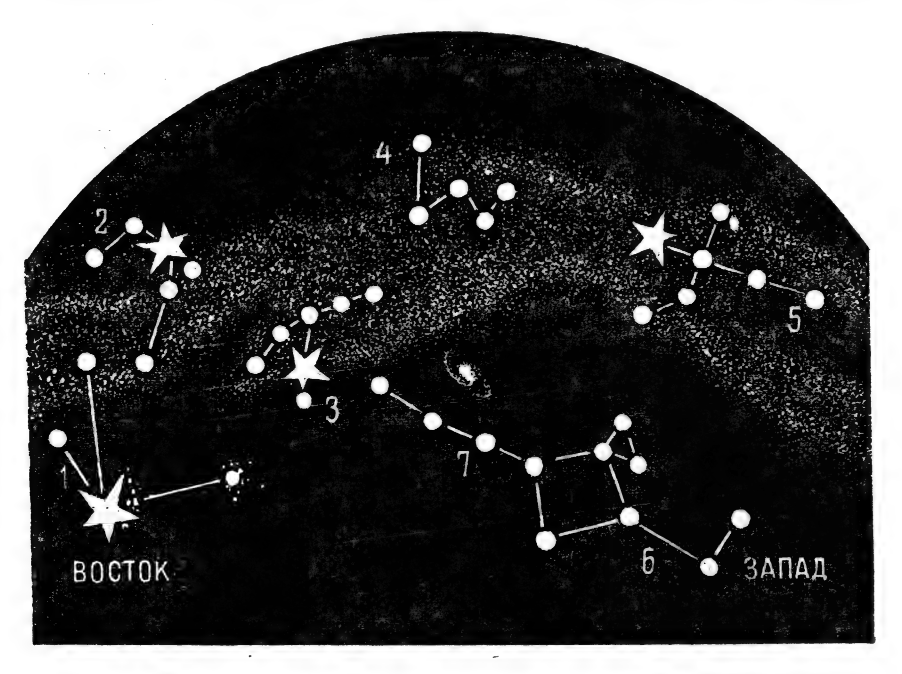
и страшный *Кит*. Есть поблизости и мать Андромеды, царица *Кассиопея*, опрометчиво задумавшая соперничать красотой с дочерьми бога морей. В наказание за дерзость бог и послал во владения Цефея ужасного Кита. Чудовище опустошало страну, и чтобы предотвратить полное разорение, царю пришлось согласиться принести в жертву единственную дочь.

А рядом с Андромедой на небе стоит герой *Персей*. Он отрубил голову горгоне Медузе, из тела которой выскочил тоже попавший на небо крылатый конь *Пегас*. Во время своих странствий Персей повстречал прикованную к скале Андромеду и, показав Киту голову Медузы, спас прекрасную Андромеду от мучительной смерти.

Самое красивое созвездие на небе северного полушария видно зимой. Оно носит имя могучего охотника *Ориона*. А по соседству с Орионом находятся его охотничьи собаки: *Большой Пес* и *Малый Пес*.

Поэтичная легенда связана со скромным созвездием, которое носит название *Волосы Вероники*.

Волосы Вероники — небольшая группа слабых звезд, расположенных ниже ручки ковша *Большой Медведицы*. Как повест-



Наиболее примечательные созвездия в южной стороне неба поздней осенью:
1 — созвездие Тельца с яркой звездой Альдебаран; *2* — созвездие Возничего с яркой звездой Капелла; *3* — созвездие Персея с яркой звездой Алголь; *4* — созвездие Кассиопеи; *5* — созвездие Лебедя с яркой звездой Денеб; *6* — созвездие Пегаса; *7* — созвездие Андромеды.

вует молва, впервые это созвездие было выделено на небе несколько позже остальных, в III в. до н. э. в Египте.



Правил страной пирамид Птолемей III Эвергет, сын Птолемея II Филадельфа — основателя знаменитой Александрийской библиотеки. Вероника, жена молодого фараона, славилась волосами сказочной красоты. Их воспевали поэты, из-за дальних морей стекались увидеть чудо красоты цари и жрецы.

Беззаботная жизнь фараона длилась недолго. Эвергет во главе армии уходит в поход. Год за годом тщетно ждет Вероника мужа. Отчаявшись, она дает обет: если фараон вернется, царица острижет волосы и пожертвует их храму богини любви.

Эвергет возвращается героем. Верная слову Вероника, невзирая на протесты мужа, исполняет обет. В разгар победного пира жертвенный дар из храма исчезает.

Фараон не помнит себя от бешенства. Он хочет казнить и стражу, и жрецов. Тогда в ход событий вмешивается придворный астролог:

— Не гневайся, царь мой! —
Воскликнул старик.— И выслушай волю небес.
Тебе, повелитель, богиня дарит
Великое чудо чудес!
— Взгляните на небо, туда, где Арктур
Сияет, как искра, вдали,
Где Ковш Семизвездный и царственный Лев
Узор драгоценный сплели...

Астролог сообщает, что волосы Вероники не украдены. Их унесла на небо растроганная богиня любви:

— И ныне на небе по воле богов
Созвездием блещут они.
Смотри, повелитель! — Взглянул фараон,
И все посмотрели за ним.
И правда, где Регул когда-то светил
Да тлели Мицар и Алькор,
Рассыпал по небу алмазную пыль
Волос Вероники узор...

Поэму «Волосы Вероники» написал поэт Каллимах — один из учителей географа Эратосфена, его предшественник по руководству Александрийской библиотекой. Подлинная поэма Каллимаха до нас не дошла, но она сохранилась благодаря латинской переделке, принадлежащей поэту Катуллу.

В процитированном русском переводе при указании места, где астролог поместил новое созвездие, упоминаются звезды с их современными названиями, например *Мицар* и *Алькор*. Но Мицар и Алькор — названия, возникшие в средневековье, арабские. Египтяне этих названий еще не употребляли.

Особую группу составляют 12 созвездий, входящих в так называемый *пояс зодиака*. «Зодиак» — греческое слово, имеющее тот же корень, что нынешний «зоопарк»; по-русски его переводят как *круг животных*. Большинство из зодиакальных созвездий действительно носят названия животных.

Зодиакальные созвездия — те, по которым в своем годовом перемещении среди звезд движется Солнце. Каждое из них Солнце проходит примерно за месяц, после чего переходит в следующее зодиакальное созвездие. Конечно, ни то созвездие, где пребывает сейчас Солнце, ни соседние с ним в обычных условиях увидеть нельзя: они находятся на небе днем. Зато в полночь хорошо видно зодиакальное созвездие, диаметрально противоположное тому, где находится Солнце. Его Солнце достигнет только через полгода.

Зодиакальные созвездия играли важную роль в астрологических предсказаниях. Знаки зодиака часто служили символами, сюжетами для орнаментов, изображались на часах.

Названия зодиакальным созвездиям дали греки. Вот их полный перечень:

♓	Рыбы	
♈	Овен	Солнце проходит их в течение весны.
♉	Телец	
♊	Близнецы	
♋	Рак	Солнце проходит их в течение лета.
♌	Лев	
♍	Дева	
♎	Весы	Солнце проходит их в течение осени.
♏	Скорпион	

♐ Стрелец
♑ Козерог — Солнце проходит их в течение зимы.
♒ Водолей

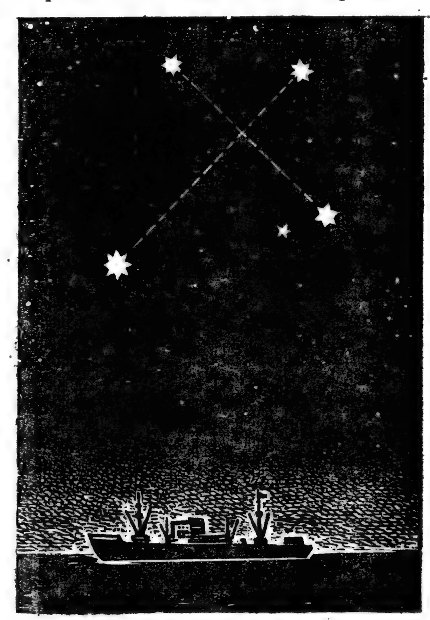
Пусть вас не смущает название Овен: оно обозначает мужской род от обычной овцы.

Несколько лет тому назад в Центральном государственном архиве литературы и искусства была обнаружена рукопись, датированная 1827 г. Неизвестный ученый в стихотворной форме излагает в ней систему мироздания. В рукописи имеются строки, посвященные знакам зодиака:

Как вступит Солнце в знак Овна,
То явится у нас весна.
А если будет в знаке Рака,
То можно уж ходить без фрака.
Потом, как вступит в знак Весов,
То падать лист начнет с лесов.
Когда ж придет в знак Козерога,
То зимняя у нас дорога.

В приведенном восьмистишье встречается поэтическая вольность — неправильное ударение. В родительном падеже правильно говорить, разумеется, О́вна, а не Овна́.

Южное небо было поделено на созвездия уже в эпоху Великих географических открытий. Знаменитый *Южный Крест* нанесли на звездные карты современники Магеллана. Европейские ученые — участники далеких путешествий в тропические страны, выделяя новые созвездия, почти не пользовались для их названий мифологическими персонажами. Их мысль работала совсем в ином направлении. И на южном небе появились созвездия *Павлин, Тукан, Райская Птица, Индеец, Часы, Компас, Насос, Циркуль, Телескоп, Микроскоп.*



Созвездие Южного Креста.

Древние наблюдатели присваивали собственные назва-

ния не только группам звезд — созвездиям, но и отдельным чем-либо примечательным звездам.

На северном небе видно почти правильное колечко звезд. Его называют созвездием *Северной Короны*. А самая яркая звезда в центре короны — *Гемма*, что значит «Жемчужина».

Звезда отчетливо красного цвета известна нам под именем Антареса. Греческое «анти, ант» значит «против, напротив». Красная планета *Марс* носит имя римского бога войны, а по-гречески тот же бог назывался Арес. Яркая звезда, по цвету соперничающая с красным Марсом, называется «соперником Марса» — *Антаресом*.

Самая яркая из всех звезд неба теперь называется *Сириус*, от греческого «сириос» — «блестящий». Наблюдения за Сириусом играли большую роль в астрономической деятельности египетских жрецов. Поскольку Сириус входит в созвездие Большого Пса, то египтяне называли эту звезду Собачьей. Так же называли ее и римляне. Слово «собака» звучит по-латыни как «канис», а звезда называлась *Каникула*. Для римлян появление Каникулы означало наступление тревожного периода летнего зноя. Богатые горожане торопились укрыться в загородных поместьях. В городских трущобах вспыхивали пожары и распространялись эпидемии. У римлян палящая летняя жара была «собачьим временем» — «каникулами».

Если названия созвездиям северного полушария неба давали в основном греки, то большинство названий звезд ведет свое происхождение от средневековых астрономов-арабов.

Известно, что конфигурация ярких звезд созвездия Большой Медведицы напоминает черпак для воды: четыре звезды образуют ковш и три звезды — слегка изогнутую ручку. Средняя звезда в «ручке» очень любопытна: это двойная звезда. Рядом с яркой звездой, почти вплотную к ней, располагается еще одна очень слабенькая звездочка. По этой паре звезд удобно проверять зрение. Если человек видит обе звезды — не только яркую, но и слабенькую, значит, у него отличное зрение. Арабы назвали яркую звезду *Мицаром*, а слабенькую *Алькором*. В переводе Мицар и Алькор значит *Конь* и *Всадник*.

Осенью показывается на небе созвездие Персея. Как рисовали его в старинных атласах, Персей держит в правой руке занесенный меч, а в левой — сеющую смерть голову Медузы. Арабы обратили внимание на удивительный мигающий «глаз Медузы» — звезду, систематически меняющую блеск почти в три раза. Они дали ей имя *Алголь — Дьявол*.

Собственные названия имеют немногим более ста звезд. Из них примерно 20 названий были даны греками, около 10 римлянами и свыше 80 арабами. В позднейшее время астрономы добавили только три новых названия. Для того чтобы различать на небе все остальные звезды, пользуются либо буквенными, либо числовыми обозначениями.

Границы созвездий и отдельные звезды издавна наносились на небесные карты. Небесные карты служат для тех же целей, что и обычные географические карты. С их помощью можно легко ориентироваться среди звезд.

На протяжении веков карты звездного неба неоднократно переиначивались. Астрономы меняли очертания созвездий, некоторые из них вовсе упраздняли, придумывали новые. В XVII в., например, известный польский астроном Ян Гевелий поместил рядом с созвездием Большой Медведицы созвездие Рыси. «В этой части неба,— мотивировал он свое нововведение,— встречаются только слабые звезды, и нужно иметь рысьи глаза, чтобы их различить и распознать». Это созвездие существует и поныне, хотя оно и не содержит ни одной яркой звезды.

Мало кто знает, что тот же Гевелий увековечил на небе польского короля Яна Собесского. Над зодиакальным созвездием Стрельца располагается небольшое по площади созвездие *Щита*. Оно и было первоначально введено Гевелием под названием *Щита Яна Собесского*.

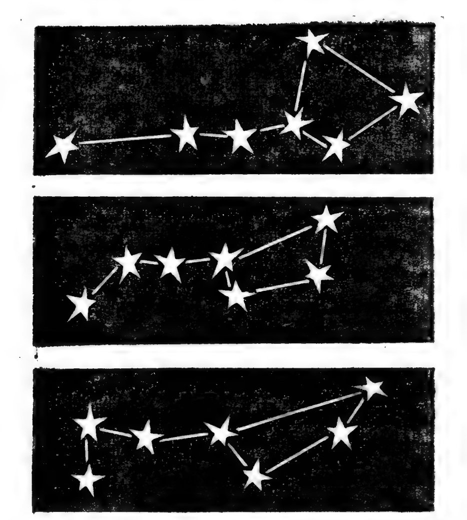
Возможностью снискать благосклонность правителей, прославив их имена в названиях звезд и созвездий, неоднократно злоупотребляли. В каждой стране «выдвигали» на небо своих королей. Из Англии исходил проект разместить на небе *Арфу Георга*, из Германии — *Регалии Фридриха II*. Кстати, чтобы высвободить место для «регалий» этого воинственного короля, предлагалось отодвинуть «руку» Андромеды, которая была «прикована» к одному и тому же месту целых три тысячелетия.

Полвека назад был организован Международный Астрономический Союз — высший законодательный орган астрономов. Прежде всего он привел в порядок карты звездного неба. Рассмотрев все когда-либо существовавшие предложения, он исключил из числа созвездий совершенно случайные и неудачные, раз и навсегда утвердив окончательный список из 88 созвездий. Границы между созвездиями были проведены заново: старые извилистые границы заменили ровными линиями, идущими по небесным меридианам и параллелям.

«ЗВЕЗДНЫЕ ГОРОДА»

По первому впечатлению человеку кажется, что звезд на небе видимо-невидимо. И ведут они себя так, как будто бы действительно наглухо приколочены к вращающемуся куполу неба. Испокон веков астрономы так и говорили: неподвижные звезды. Человеку кажется, наконец, что размещены звезды по небу в полнейшем беспорядке. На деле это совсем не так.

Невооруженным глазом на небе видно вовсе не так уж много звезд. В самую темную ночь вы насчитаете их около 3000. Одновременно можно вести подсчеты только на половине неба. На всем небе простым глазом видно примерно 6000 звезд.



Изменения видимого расположения ярких звезд созвездия Большой Медведицы вследствие их собственных движений: сверху — 50 тысяч лет назад, в середине — в настоящее время, внизу — через 50 тысяч лет.

Выполнить подобные подсчеты звезд несложно. Гораздо сложнее было обнаружить, что они все-таки смещаются друг относительно друга. Ведь такие смещения ничтожно малы.

Самая «торопливая» из звезд проходит по небу расстояние, равное поперечнику Луны, лишь за 200 лет. Открыл перемещение этой слабой звездочки (ее нельзя увидеть простым глазом) астроном Барнард. Смещение звезды Барнарда, казалось бы, совсем незначительно, но по сравнению с исчезающе малыми смещениями подавляющего большинства других звезд его следует признать громадным; недаром астрономы прозвали звезду Барнарда «летящей».

«Летящая звезда» Барнарда — редкое исключение. Как правило, перемещение звезд на небе из-за их так называемых собственных движений меньше, чем у звезды Барнарда, в сотни и тысячи раз. Поэтому привычные контуры созвездий остаются практически неизменными не только на протяжении жизни одного человека, но и в течение тысячелетий.

Малое смещение звезд на небе вовсе не означает, что они и правда чрезвычайно медлительны. Звезды могут передвигаться в пространстве с очень большими скоростями. Малое смещение звезд на небесном своде указывает лишь на их колоссальную отдаленность.

Впервые собственное движение звезд было обнаружено в 1718 г. Еще через 70 лет появилось строгое доказательство того, что звезды в пространстве размещены отнюдь не так уж беспорядочно. Заслуга в получении такого доказательства принадлежит выдающемуся английскому астроному Вильяму Гершелю.

Тускло светящимся обручем охватывает небесный свод туманная полоса *Млечного Пути.* Млечный Путь можно увидеть только очень темными ночами, наблюдениям не должны мешать ни зарево городских огней, ни свет Луны. В наших широтах Млечный Путь лучше всего виден на исходе лета и осенью.

Древние поэты воспевали Млечный Путь как звездную дорогу богов.

...Есть дорога в выси, на ясном зримом небе,
Млечным зовется путем, своей белизною заметна.
То для всевышних богов — дорога под кров Громовержца,—

так на рубеже нашей эры писал римский поэт Овидий.

Млечный Путь обладает сложной, клочковатой структурой. Очертания его размыты, в различных частях он имеет разную ширину и яркость.

Когда Галилео Галилей впервые направил телескоп на небо, он тотчас же обратил внимание, что слабая туманная полоса Млечного Пути вовсе не сияние, как тогда думали, порожденное атмосферой, а скопление громадного количества слабых звезд. Они расположены настолько близко одна к другой, что для невооруженного глаза свет их сливается воедино.

Что же, звезды распределены по небу более или менее равномерно, и лишь в сравнительно узкой полосе Млечного Пути концентрация звезд резко возрастает? Чтобы ответить на такой вопрос, Вильям Гершель принялся систематически «вычерпывать» звездное небо. А «ковшом» для этой цели послужило ему поле зрения телескопа.

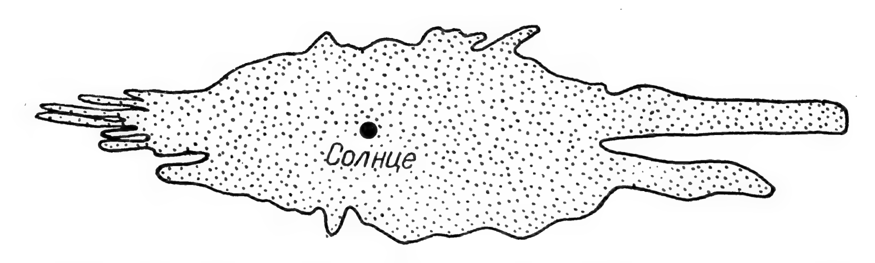
Тысячи раз направлял Гершель свой телескоп в разные участки неба и тщательно подсчитывал, сколько звезд попадало одновременно в его поле зрения. Каждый такой подсчет составлял один «черпок». Естественно, что «черпки» сильно отличались друг от друга в силу всяких случайных причин. Однако средние результаты из многих «черпков» уже достаточно надежно представляли целые зоны звездного неба: случайные отклонения взаимно исключались, компенсировались, и за полученными Гершелем средними числами распределения звезд на небе вставала важная закономерность.

Оказалось, что самая богатая звездами область неба действительно совпадает с Млечным Путем. А по обе стороны от Млечного Пути среднее число звезд на одну и ту же по площади область неба плавно убывает.

Тем самым Гершель доказал, что видимые на небе звезды не разбросаны хаотично, а образуют гигантскую звездную систему. От греческого слова г а л а к т и к о с — «молочный» — звездная система, основу которой составляет Млечный Путь, получила название Галактики. Чтобы выделить ее из остальных звездных систем, мы пишем это название с большой буквы.

Гершель впервые определил форму Галактики.

Представьте себе, что, находясь в засаженном деревьями парке, вы задумали определить протяженность его в различных направлениях. Естественно предположить, что деревья в парке растут более или менее равномерно. Следовательно, в тех направлениях, где видно больше деревьев, и парк тянется дальше, а где деревьев насчитывается меньше — там граница парка ближе.



Поперечный разрез Галактики по результатам звездных подсчетов В. Гершеля.

Гершель рассуждал аналогичным образом: чем больше звезд попадает одновременно в поле зрения телескопа, тем дальше в этом направлении простирается Галактика. Он пришел к правильному выводу, что Галактика имеет сильно уплощенную форму: ее протяженность в направлении Млечного Пути несравненно больше, чем по направлениям к полюсам.

С тех пор уже двести лет несколько поколений ученых продолжают изучать строение звездного мира. Вот как представляется эта проблема сегодня.

Звезды во Вселенной не рассыпаны как попало, а образуют гигантские «звездные города» — сгустки звезд, которые называют галактиками. Чужие галактики видны нам как небольшие туманные пятна, поэтому их называют еще и туманностями.

«Звездные города» не имеют строго очерченных границ, и поэтому форму галактик можно описать только очень обобщенно.

Если смотреть сбоку, то в центре галактики обращает на себя внимание утолщение, которое соответствует ее наиболее богатой звездами области — ядру. Наблюдается сгущение звезд также и около всей срединной части галактики, так называемой галактической плоскости.

Воочию увидеть сгущение звезд, расположенных вблизи от галактической плоскости, можно и в нашей собственной Галактике. Таким сгущением является Млечный Путь. Только не забывайте, что смотрим мы на нашу Галактику изнутри. И поэтому богатая звездами область собственной галактической плоскости представляется нам широким поясом, охватившим весь небесный свод.

На современных фотографиях звездного неба обнаружено чрезвычайно много галактик. Видны они под разными ракурсами: и плашмя, и с ребра, и под разными углами. На фотографиях многих галактик хорошо заметно, что звезды в пределах галактической плоскости тоже распределены неравномерно. Обширные сгущения звезд тянутся от ядра через всю галактическую плоскость, имея форму слегка закрученных спиралей. Их называют спиральными ветвями галактик.

Всего наша Галактика содержит свыше 100 миллиардов звезд — больше 30 звезд на каждого человека, живущего на Земле. Десятками и сотнями миллиардов звезд характеризуется численность звездного «населения» и других галактик.

Кроме звезд, в галактиках много газа с примесью пыли — несветящегося межзвездного вещества, которое образует темные облака. Имеются такие облака и в нашей Галактике. Они загораживают удаленные звезды, и земному наблюдателю кажется, что звезд в этом месте нет. Такие участки неба образно называются «угольными мешками».

Межзвездное вещество препятствует астрономическим исследованиям. Шутят, что астрономы, изучающие мир звезд, похожи на людей, составляющих описание громадного промышленного города. В нем сотни высоких домов и фабричных труб, из которых валит дым. А люди, составляющие описание, попали на его далекую окраину. Смотрят они в свои телескопы и с трудом разбираются в открывающейся им путанице домов и заводских корпусов.

Эта горькая шутка недалека от истины. Но ведь преодоление препятствий и составляет основную задачу любой науки.

НАШЕ МЕСТО ВО ВСЕЛЕННОЙ

Подобно звездам, группирующимся в «звездные города», отдельные галактики тоже группируются во всеобъемлющую систему галактик — Сверхгалактику, которую иначе называют Метагалактикой.

Единицей измерения межгалактических расстояний служит световой год. Световой год — расстояние, которое луч света проходит за год. А распространяется свет, как известно, со скоростью 300 000 *км/сек.* Один световой год составляет округленно 9 триллионов 460 миллиардов километров.

Расстояния между галактиками фантастически велики. От ближайшей к нам соседней галактики — туманности из созвездия Андромеды — свет идет около 2 млн. лет.

По сравнению с такими чудовищными расстояниями размеры каждой отдельной галактики оказываются несколько скромнее. Наша Галактика, например, имеет в поперечнике меньше 100 тыс. световых лет.

Форма нашей Галактики в целом, так же как и других галактик, напоминает двояковыпуклую линзу или, еще проще, две тарелки, сложенные краями вместе, а донышками наружу. Лист бумаги, зажатый между тарелками, дает наглядное представление об особенно богатой звездами галактической плоскости. Толщина Галактики меньше ее поперечника примерно в 12 раз.

Косвенным путем в галактической плоскости нашей Галактики, как и многих других, обнаружены тянущиеся от ядра

к периферии слегка закрученные спиральные сгущения звезд — спиральные ветви.

В центре Галактики расположено ядро с поперечником в 5000 световых лет. Это, пожалуй, наименее изученная и наиболее таинственная область Галактики. Мы очень мало знаем о составе и структуре ядра, протекающих в его недрах процессах.

На древних географических картах в необследованных местах помещали надпись «terra incognita» — «земля неведомая». Так и для современных астрономов ядро Галактики тоже терра инкогнита. Здесь скажут свое веское слово исследователи будущего.

Наше Солнце находится в одном из спиральных рукавов почти точно в галактической плоскости, но далеко от ядра Галактики: ближе к окраине Галактики, чем к центру. Ядро Галактики наблюдается на небе как большое яркое облако Млечного Пути в созвездии Стрельца. Однако это, по всей видимости, край обширной области ядра. Основная часть ядра скрыта от земных наблюдателей темной материей, «угольным мешком». Общие очертания ядра были зарегистрированы лишь аппаратурой, чувствительной к тепловым, инфракрасным лучам. Этого впервые

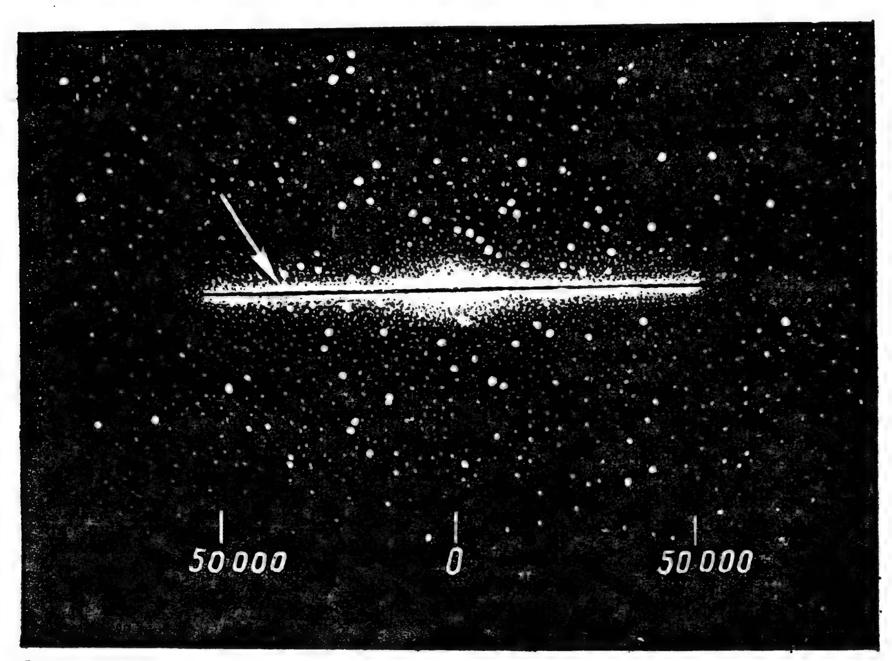


Схема строения Галактики, рассматриваемой «с ребра», по современным представлениям. Стрелка отмечает положение Солнца. Большие белые точки — шаровые звездные скопления. Темная полоса вдоль галактической плоскости — тонкий слой поглощающей свет пылевой материи. Шкала расстояний внизу — в световых годах.

добились советские ученые на Крымской астрофизической обсерватории.



Схема траектории движения звезды в Галактике.

Звезды в галактической плоскости медленнс вращаются вокруг ядра Галактики. При вращении твердого тела, велосипедного колеса, например, все точки делают один оборот за одно и то же время. Точка, которая находится дальше от центра, движется быстрее. Вращение Галактики происходит иначе: чем дальше звезда от центра, тем медленнее ее движение.

Ньютон установил, что небесное тело, находящееся в поле тяготения другого, более массивного небесного тела, движется вокруг него по замкнутой эллиптической орбите. Так движутся планеты вокруг Солнца. Так движутся вокруг планет их спутники. Однако движение звезд вокруг центра Галактики, хотя оно тоже подчиняется закону всемирного тяготения, происходит по гораздо более сложным траекториям.

Маловероятно, что ядро Галактики представляет собой невиданное сверхмассивное образование, поле тяготения которого распространяется на всю территорию нашего «звездного города». Скорее всего, ядро Галактики состоит просто из большого скопления звезд. Следовательно, поле тяготения внутри Галактики определяется не единой центральной притягивающей массой, которая значительно превосходит все остальные, как, например, в Солнечной системе, а складывается из суммарного действия всей совокупности входящих в нее звезд. В этом случае каждая отдельная звезда движется вокруг центра Галактики не по эллипсу, а по сложной кривой, которая имеет вид цветка со многими лепестками. Лепестки могут располагаться в разных плоскостях, а траектории движения звезд в подавляющем большинстве случаев оказываются даже незамкнутыми кривыми — звезды практически никогда не возвращаются на старое место относительно центра Галактики.

Под влиянием сил взаимного притяжения отдельных звезд и скоплений пути звезд могут еще больше искривляться и усложняться. Они могут скрещиваться и пересекаться. Вообще говоря, звезды могут даже встретиться друг с другом, только вероятность таких событий исчезающе мала.

Судите сами. Не будем учитывать общую скорость движения соседей Солнца вокруг центра Галактики. Рассмотрим только их движения по отношению друг к другу. В сравнении

с расстояниями между звездами их взаимные движения крайне медленны. Пусть движение звезд — это ползание медлительных улиток. Длину собственного тела они проползают часов за двадцать. Улитка Солнце находится в Москве. Тогда соседи Солнца окажутся: улитка Сириус в Витебске, улитка Процион — у Минска, улитка Толимак вблизи Бологого, а улитка Альтаир — в Воркуте. Ползут они в разные стороны. Можно ли при этих условиях рассчитывать на встречу?

Отрезки времени, в которых удобно описывать вращение звезд в галактиках, очень велики — это миллионы и миллиарды лет.

Солнце движется вокруг центра Галактики со скоростью 220 *км/сек* и совершает один обход вокруг него почти за 200 млн. лет. Высказывались предположения, что смена геологических эпох, наступление ледниковых периодов и другие гигантские катаклизмы в истории Земли связаны именно с «космическим климатом», т. е. с положением Солнца относительно ядра Галактики. Подобно тому как ежегодное обращение Земли вокруг Солнца приводит к регулярной смене времен года, так и вращение Солнца вокруг ядра Галактики вызывает будто бы аналогичные изменения, только в гораздо более крупных масштабах. Эти предположения пока не подтверждены и не опровергнуты. Они остаются гипотезой.

Солнце — самая близкая к нам звезда. Сила тяготения Солнца заставляет обращаться вокруг него и Землю, и другие планеты.

Солнце — это гигантский пылающий газовый шар. Объем его превосходит объем Земли в 1 300 000 раз. Температура внутри Солнца превышает 10 000 000°.

Астрономы обнаружили на Солнце все те же элементы: водород, кислород, азот, углерод, которые были хорошо известны ученым на Земле. На Солнце был найден только один ранее неизвестный элемент. От греческого слова г е л и о с — «солнце» — новый элемент назвали г е л и е м. Впоследствии гелий был обнаружен в небольших дозах в земной атмосфере. Теперь он с успехом служит наполнителем в многочисленных светящихся рекламных трубках.

Именно скопление на Солнце огромного количества гелия пролило в дальнейшем свет на источники, казалось бы, неисчерпаемой солнечной энергии.

За счет чего, действительно, Солнце способно непрерывно излучать в окружающее пространство чудовищный поток лучистой энергии? Будь Солнце просто раскаленным газовым шаром, оно остыло бы всего за несколько десятков миллионов лет. Но растительная жизнь на Земле — так свидетельствует геология — существует по крайней мере миллиард лет. Жизнь нуждается в солнечной энергии. И стало быть, за последний миллиард лет энергия Солнца не истощилась.

Геологические изыскания не оставляют места для тревог, что Солнце остывает. Больше того, по данным геологов, например, древнейшие оледенения бывали даже более мощными, чем последующие.



Аллегорическое изображение Солнца из книги Кая Юлия Гигина «Poeticon Astronomicon», изданной в Венеции в 1482 г.

Астрономы долго искали источник неисчерпаемой солнечной энергии — то «горючее», которое непрерывно обогревает всю Солнечную систему. Обнаружить его удалось только в связи с успехами ядерной физики. В центральной области солнечного шара в силу колоссальных температур и давлений ядра атомов с сорванными электронными оболочками тесно прижимаются друг к другу, и в этих условиях начинает идти термоядерная реакция перехода водорода в гелий. В глубоких недрах Солнца идет та самая реакция, о которой тщетно мечтали средневековые алхимики,— реакция превращения одного химического элемента в другой.

Солнце — сгусток пылающей материи — является колоссальным природным атомным реактором. В течение миллиардов лет этот реактор перерабатывает собственное вещество.

Современная наука также сумела воспроизвести эту «солнечную» реакцию, но, к сожалению, еще не научилась управлять ею. Мы знакомы с ней только в неуправляемой форме, при взрыве: реакция превращения водорода в гелий происходит при взрыве водородной бомбы.

Термоядерная реакция превращения водорода в гелий идет только в центральной части, в глубокой «топке» Солнца. Подавляющая же часть солнечного вещества в этой реакции не участвует и энергии не выделяет. Поэтому, если колоссальный общий поток солнечной энергии сопоставить с его колоссальной массой, то окажется, что количество излучаемой энергии, приходящееся на единицу массы, например на 1 *г* солнечного вещества, в среднем исчезающе мало. Как заметил однажды советский астрофизик В. Г. Курт, поток солнечной энергии, приходящийся в среднем на единицу массы Солнца, равен потоку энергии, выделяемой такой же по массе кучей прелых листьев в лесу.

Солнце расходует водород и стареет. Первоначально — около 5 млрд. лет назад — водород составлял 60—70% от всей массы

Солнца. Теперь, по расчетам, содержание его снизилось до 30%. Этого хватит еще на несколько миллиардов лет. И нам нет оснований беспокоиться за судьбу человеческой цивилизации. Этот срок, конечно же, достаточен для того, чтобы гибкий человеческий ум нашел выход из любого затруднения.

ДИКОВИНКИ И ЗАУРЯДНОСТЬ

Приведенные выше числа грандиозны только по сравнению с «детьми» Солнца — планетами. Если же сравнивать его с другими звездами, то окажется, что Солнце — самая простая, самая обыкновенная, самая заурядная звезда. По всем своим свойствам оно занимает среднее положение. Есть звезды и гораздо больше, и гораздо меньше. Есть и гораздо жарче, и гораздо холоднее.

Мир звезд исключительно разнообразен и не раз преподносил ученым самые неожиданные сюрпризы. Познакомимся хотя бы с плотностями звезд.

Среди употребительных в быту материалов славится своей плотностью свинец. Масса свинцового кубика с ребром в 1 *см* равна 11,3 *г*. Плотность золота составляет 19,3 $г/см^3$. Такую же плотность имеет и вольфрам. Еще большей плотностью — соответственно 21,5 и 22,4 $г/см^3$ отличаются платина и иридий. Именно из сплава платины и иридия изготавливали 100 лет тому назад эталон метра.

Плотности золота, вольфрама, платины и иридия уже превосходят те плотности, которые по современным представлениям должны встречаться в недрах Земли, даже в ее ядре.

В Галактике же обнаружилась особая категория слабосветящихся звезд, вещество которых находится в чудовищно уплотненном состоянии. Из-за цвета и малых размеров за ними укрепилось название белых карликов. Большинство белых карликов гораздо меньше Солнца. Многие из них меньше Земли, а некоторые даже меньше Луны.

Масса 1 $см^3$ белого карлика достигает сотен тонн. Спичечная коробка такого вещества при взвешивании на Земле окажется в несколько раз тяжелее самого большого груженого товарного состава. Достигнуть подобного состояния вещества в земных лабораториях пока невозможно. Астрономы-теоретики предсказывают существование и еще более плотных, так называемых нейтронных звезд.

Интересно, что встречаются на небе звезды и с противоположными свойствами: огромные по размерам и очень разреженные. Они относятся к группам красных гигантов и сверхгигантов. Диаметр гиганта Антареса, например, в 500 раз больше солнечного. Если бы он оказался на месте Солнца, то внутри его поместилась бы не только орбита Земли, но и орбита Марса.

Зато уж средняя плотность Антареса, прямо скажем, невелика. Она в сотни тысяч раз меньше плотности воздуха у поверхности Земли. Представьте себе большой зрительный зал. Пусть в этом зале пустота, вакуум. Чтобы создать в нем описываемую плотность, человеку достаточно один-единственный раз выдохнуть. Воздух от одного выдоха легких, равномерно заполнив большой зал, создаст плотность, равную плотности вещества в недрах звезды-гиганта.

Вернемся еще раз к Коню и Всаднику — звездам Мицару и Алькору. Расположены ли они в действительности бок о бок или видны рядом по воле случая, на одном луче зрения? Ведь бывает же Луна видна «совсем рядом» с печной трубой соседнего дома. Может, так же и Мицар с Алькором: одна звезда несравненно дальше другой (кстати, одна яркая, а другая слабая)?

Конечно, иногда такое наблюдается. Но как для данной пары, так и для большинства других дело вовсе не в случайной близости. И убедительное свидетельство против случайности — обилие «парных» звезд. Примерно каждая пятая звезда на небе — двойная. А в окрестностях Солнца двойных звезд и того больше: каждая вторая. По теории вероятностей такого наплыва случайных совпадений произойти никак не может.

Оказывается, Мицар и Алькор — типичные представители еще одной очень распространенной и удивительной категории звезд. Эти двойные звезды связаны между собой силами взаимного притяжения, объединены в пары. Слабая звезда — спутник — вращается вокруг яркой, главной звезды, или, если говорить точнее, обе звезды вращаются вокруг общего центра тяжести. Для некоторых двойных систем путем точнейших долголетних наблюдений удалось проследить путь спутника вокруг главной звезды, вычислить период обращения. Но такие двойные звезды — редкость. Чаще всего периоды обращения в наблюдаемых парах исчисляются столетиями и тысячелетиями.

Пора перестать удивляться сюрпризам звездного неба. Двойные звезды — это ли удивительно, если существуют и тройные. Приблизительно на каждые 20 двойных звезд приходится одна тройная.

И вновь в качестве примера послужат нам Мицар и Алькор. Алькор — далекий спутник Мицара. Но уже в небольшой телескоп видно, что сам Мицар тоже состоит из двух звезд. Они удалены друг от друга значительно меньше, чем от Алькора. Впрочем, если уж вести рассказ до конца, то уточним, что главная звезда Мицара, в свою очередь, тоже двойная. Таким образом, вся система представляет собой четверную звезду. Бывают системы и из 5, 6 и большего числа звезд.

Ну, а если звезды в системе из двух звезд расположены очень тесно одна к другой? Увидим ли мы их как двойную звезду? Нет, не увидим. Они всегда будут сливаться воедино, казаться

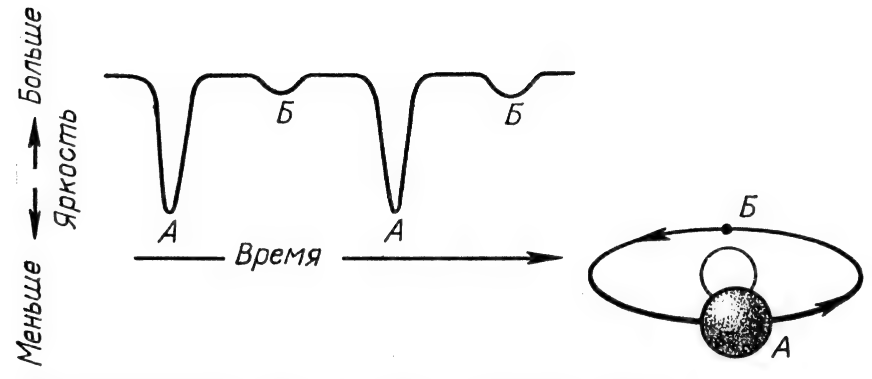


Диаграмма изменения яркости затменно-переменной звезды Алголь.

одной звездой. А могут ли существовать такие очень тесные пары? Да, могут. И именно их существованием объясняется, например, странное подмигивание «дьявольского» глаза Медузы.

Как мы уже говорили, звезда Алголь — глаз Медузы из созвездия Персея — регулярно меняет свою яркость в три раза. Кривая изменения яркости Алголя показана на рисунке. Секрет заключается вот в чем. Алголь — тесная двойная система. Вокруг яркой центральной звезды вращается более темный спутник. Луч зрения земного наблюдателя оказался очень близок к плоскости орбиты спутника, и поэтому для нас спутник время от времени частично загораживает главную звезду. На рисунке этому моменту соответствует точка *А*. Яркость Алголя в таком положении минимальна.

Продолжая двигаться на орбите, спутник отходит в сторону. Тогда он перестает загораживать яркую центральную звезду. Яркость Алголя — ведь наш глаз воспринимает суммарную яркость обеих звезд — резко возрастает. Когда спутник приходит в положение *Б*, он сам оказывается закрытым главной звездой. Но поскольку спутник довольно темный, то общая яркость падает лишь немного. Спутник выходит из-за главной звезды — яркость Алголя достигает прежнего уровня. Истекает положенное время, и темный спутник опять возвращается к точке *А*. Яркая звезда затмевается, цикл повторяется, глаз Медузы «моргает».

Изменение яркости небесных светил, их переменность, обусловлено иногда и физическими причинами. Такие звезды действительно светят с разной яркостью. Они пульсируют, то раздуваясь, то сжимаясь. Яркость их в связи с пульсацией становится то больше, то меньше. Этим звездам суждено было сыграть исключительную роль в определении расстояний в наблюдаемой нами части Вселенной.

Среди миллиардов звезд Галактики находятся звезды, способные взрываться. Вспышка звезды — весьма величественное зрелище во Вселенной. Одна взорвавшаяся звезда способна светить с такой же силой, как все остальные 100 млрд. звезд в Галактике, вместе взятые. Часто до взрыва такая звездочка бывает настолько слаба, что астрономам она не известна. Потом она неожиданно разгорается и бывает видна даже днем, при свете Солнца. Называют эти везды по-старинке новыми и сверхновыми.

Новые звезды вспыхивают часто: мы наблюдаем их один-два раза в год, а всего в Галактике вспыхивает, по-видимому, до сотни новых звезд в год. Яркость их возрастает в течение нескольких дней. Относительно нормального состояния она увеличивается в среднем всего в 25 тыс. раз.

Причины взрывов новых звезд видят в том, что все они — очень тесные двойные пары. Присутствие слишком близкой соседки «мешает» главной звезде, вызывает ее неустойчивость. Поэтому и может произойти вспышка. Раздувшаяся новая звезда достигает максимума блеска и скидывает газовую оболочку, которая рассеивается в пространстве. После этого звезда возвращается к нормальному состоянию. Иногда такие вспышки повторяются регулярно.

Иное дело сверхновые звезды. Те вспыхивают редко: в среднем один раз за сто лет. А наблюдаются они и того реже: один раз лет за пятьсот. Но именно они достигают в максимуме яркости, в десятки миллионов раз превосходящей яркость обычных звезд.

Старинные летописи сохранили для потомков весть о «звезде-гостье», вспыхнувшей летом 1054 г. в созвездии Тельца. Сначала звезда была исключительно яркой и ее видели днем. Потом блеск ее стал спадать, и через два года она совсем исчезла.

В XVIII в. французский «ловец комет» Мессье, чтобы легче было отыскивать кометы, составил подробный список видимых в телескоп «туманных пятен». Под номером один в список попал объект необычной формы, напоминающий растопырившего ноги краба. Впоследствии этот объект так и назвали Крабовидной туманностью. Она находится в созвездии Тельца.

Тщательные повторные измерения показали, что Крабовидная туманность расширяется. А по расчетам, 900 лет назад она должна была выглядеть точкой. После сопоставления всех данных выяснилось: Крабовидная туманность — оболочка Сверхновой, скинутая ею в результате взрыва. Она находится в том самом месте, где 900 лет назад отметили появление Сверхновой старинные летописи.

Две вспышки Сверхновых в Галактике последовали одна за другой в 1572 и 1604 гг. Первую из них наблюдал известный датский астроном Тихо Браге, вторую — австрийский ученый Иоганн Кеплер.

Возможно, что взрывы новых и сверхновых звезд оказывали в далеком прошлом какое-то влияние на развитие жизни на Земле. В 1957 г. советские астрофизики И. С. Шкловский и В. И. Красовский полушутя, полусерьезно выдвинули гипотезу о возможной причине вымирания динозавров. Известно, что в конце мелового периода крупные рептилии на Земле погибли. Чем больше продолжительность жизни живого существа, тем больше сказываются на его потомстве изменения радиационной обстановки. Вспышка не очень далекой Сверхновой могла привести к увеличению потока космических лучей в сотни раз. В результате такого облучения, по мысли этих ученых, и могли бы погибнуть динозавры. Впрочем, чтобы взяться за доказательство подобной гипотезы, требуется сначала дать ответ: действительно ли рептилии вымерли повсеместно сравнительно за короткий срок, скажем, за несколько десятков тысяч лет?

Но не может ли в одну прекрасную минуту взорваться Солнце? Не может ли вдруг его яркость резко увеличиться или, наоборот, внезапно уменьшиться? Астрономы убеждены, что с Солнцем такого произойти не может. Подобно своим ближайшим соседям по Галактике, оно действительно относится к самым обыкновенным, самым заурядным звездам.

Плотность вещества в центре Солнца достигает всего 100 *г/см*^{3}. Температура верхней оболочки Солнца, по сравнению с 10 000 000° внутри, очень скромна — всего около 6000°. У самых же горячих звезд температура верхних слоев доходит до 50 000° и более.

Солнце нельзя отнести ни к чересчур «молодым», ни к чересчур «старым» звездам. У него «средний возраст». Солнце не способно ни пульсировать, ни взрываться. Ему уготована судьба подавляющего большинства обычных звезд.

Какова же эта судьба?

БУДУЩЕЕ ЗВЕЗД

Чтобы изучить все стадии роста деревьев в лесу, нет надобности наблюдать за ними долгие годы. Достаточно отправиться в поход по лесу: там наверняка будут представлены деревья и разных пород и всевозможных возрастов — от молодой поросли до замшелых вековых гигантов.

Астрономам не под силу проследить за развитием какой-либо одной звезды: для этого требуются по крайней мере миллионы лет. Но, «коллекционируя» звезды, сопоставляя между собой их индивидуальные особенности — так же, как и для деревьев в лесу, можно попытаться понять все этапы их жизненного пути, от рождения до старости.

При воссоздании картины жизни звезд астроном рассматривает многочисленные возможные модели — теоретически определяет характерные особенности поведения звезд при различных допустимых предположениях об их внутреннем строении, массе,

возрасте, окружающей среде. Однако теоретическая картина жизни звезд, какой бы заманчивой она ни была, не будет представлять ценности, если в ней, хотя бы в скрытой форме, нарушатся установленные законы природы. В своих исследованиях астроном обязан постоянно опираться на всю совокупность наблюдаемых фактов и известных физических законов. Только в этом случае модель, наиболее полно объясняющая наблюдаемые явления, приобретает права научной гипотезы. После подтверждения дальнейшими теоретическими исследованиями и новыми наблюдениями детально разработанная гипотеза становится научной теорией.

Но даже и научную теорию не следует считать словом науки окончательным и совершенно исчерпывающим. Мы знаем много случаев, когда для объяснения одного и того же явления в науке одновременно разрабатывалось несколько различных взаимоисключающих теорий. Одним из таких случаев как раз и является проблема происхождения и развития звезд.

Хотя астрономы накопили богатый фактический материал о химическом составе и физических характеристиках звезд, проблема жизни звезд, их эволюции остается одной из самых спорных в современной астрономии.

Вот одна из обсуждающихся теорий.

По мере сгорания водорода температура и давление в недрах звезды увеличиваются. В звезде начинают выделяться очень плотное гелиевое ядро и разреженная оболочка. Остатки водорода выгорают на границе оболочки и ядра. При этом оболочка непрерывно раздувается и температура на поверхности звезды снижается. Тем не менее земному наблюдателю со стороны видно, что со всей огромной поверхности своей оболочки такая звезда в общей сложности излучает еще больше света, чем прежде. Эта звезда — красный гигант.

Неэкономно расходуя энергию, красный гигант в короткий срок растрачивает остатки водорода. Подогрев оболочки прекращается, и она в конце концов рассеивается в пространстве. Небольшое ядро наблюдается теперь как очень плотная и горячая звезда — белый карлик.

Независимо от того, справедлива или не справедлива описанная теория, можно считать установленным фактом, что жизнь звезды — это поединок двух противоборствующих сил. Давление горячих газов постоянно стремится увеличить размеры звезды. Напротив, гравитационные силы взаимного притяжения всех составляющих звезду частиц вещества стремятся как можно больше сжать ее.

Звезда остается в обычном «уравновешенном» состоянии, пока стремление горячих газов к расширению и гравитационное сжатие взаимно компенсируются. В результате выгорания водородного «топлива» действие гравитационных сил оказывается

резко преобладающим. Тогда наступает стремительное сжатие звезды.

Теория рассматривает три варианта «агонии» старых звезд.

Звезды с массой меньше 1,2 массы Солнца, в конечном счете, как описано, сжимаются до состояния белых карликов. Все атомы в недрах белых карликов разрушены на составляющие их элементарные частицы. Вещество белых карликов состоит из стиснутых атомных ядер и электронов.

Если исходная масса звезды превосходила массу Солнца более чем в 1,2 раза, то звезда сжимается гораздо сильнее: до состояния тусклой и сверхплотной нейтронной звезды. Недра подобной звезды должны состоять из нейтронов, образующихся при сверхбольших плотностях за счет слияния протонов с электронами. Нейтронная звезда — это как бы одно цельное фантастических размеров атомное ядро. Плотность нейтронных звезд должна лежать в пределах от 10^{12} до 10^{15} *г/см*^{3}.

Наконец, особый случай представляет собой гравитационное сжатие звезд с массой больше двух масс Солнца. В соответствии с выводами теории относительности, вокруг них в результате гравитационного сжатия возникает настолько сильное искривление пространства, что электромагнитное излучение вообще не в силах вырваться за пределы этого объекта. Звезды, претерпевшие такое сжатие, становятся невидимыми.

Некоторые физики склонны называть возникающее при этом явление «черной дырой» в пространстве. Благодаря своему чудовищному гравитационному полю «черная дыра» не только ничего не излучает, но даже захватывает и поглощает всякое проходящее мимо излучение.

Физические проблемы, связанные с последующей судьбой таких звезд, являются одними из наиболее важных в современной астрофизике.

Длительный практический опыт людей убеждает в том, что любая форма энергии обязательно переходит в конечном счете в тепло. А теплота имеет примечательную особенность безвозвратно рассеиваться в окружающем пространстве. В результате обобщения такого опыта появился в науке принцип, носящий название второго закона термодинамики. Наиболее простая формулировка его такова: в замкнутой, изолированной системе теплота не может сама собой переходить от более холодного тела к более горячему.

Автор второго закона термодинамики немецкий физик Клаузиус вывел из него очень пессимистические следствия. Клаузиус считал, что Вселенную в соответствии с этим законом ждет неминуемая «тепловая смерть». Будущая картина Вселенной рисовалась ему в виде несметного скопища «трупов» остывших звезд.

Однако ученые-материалисты вскоре нашли ошибку Клаузиуса и отвергли идею «тепловой смерти» Вселенной. Действительно, может наступить и наступает «тепловая смерть» отдельных

звезд и даже звездных систем. Но второй закон термодинамики совсем неприменим ко всей Вселенной в целом.

Рассмотрим пример. Температура в грозовом разряде достигает гигантских значений, хотя температура окружающей атмосферы и грозовых туч вряд ли превышает +25° С. Что это? Концентрация энергии и нарушение второго закона термодинамики? Нет. Просто-напросто закон относится лишь к изолированным системам. А тучи запасли энергию из внешних источников, они запасли энергию ветра и солнечных лучей. При столкновении туч запасенная ими энергия перешла в тепловую.

Приведенный пример помогает понять несостоятельность концепции «тепловой смерти» безграничной Вселенной. По отношению к любой ограниченной части Вселенной — будь то даже целая галактика или система галактик — всегда существуют другие, внешние области. И благодаря существованию внешних источников во Вселенной может происходить очень многообразное перераспределение энергии. Тепловая же гибель Вселенной не наступит никогда.

Так мы представляем себе в общих чертах будущее «обыкновенных» звезд и нашего Солнца.

В связи с изучением будущего звезд неизбежно встает вопрос и об их прошлом. Когда и каким образом появились во Вселенной звезды и галактики?

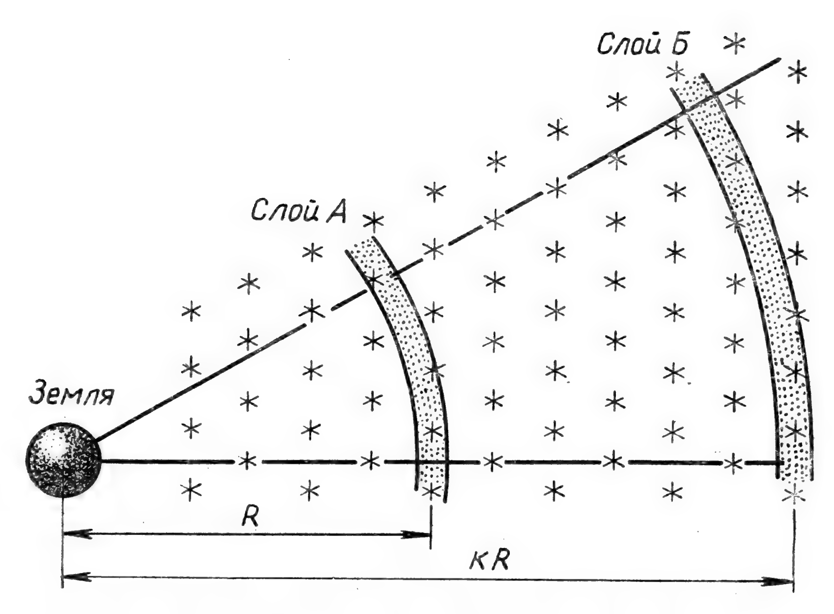
ИХ ПРОШЛОЕ

Изучением Вселенной как единой совокупности космической материи наряду с изучением происхождения звезд и галактик занимается очень увлекательная область современной астрономии — космология.

Первым фактом, который потребовал серьезного космологического объяснения, был так называемый парадокс Ольберса.

Немецкий астроном Генрих Ольберс в начале XIX в. задумался над тем, почему ночное небо выглядит для земного наблюдателя темным. Действительно, почему?

Чем дальше находятся от нас звезды, тем меньше их видимая на небе яркость. Яркость звезд, как и любых других источников света, ослабевает пропорционально квадрату расстояния. Однако, если считать звезды распределенными в пространстве равномерно, суммарное число звезд, находящихся на заданном от нас расстоянии, возрастает пропорционально квадрату расстояния. В итоге получается, что ослабление суммарной яркости звезд из-за их удаленности должно совершенно строго компенсироваться возрастанием их численности. И все ночное небо в этом случае должно выглядеть для нас сплошь светящимся: сплошь покрытым расположенными вплотную друг к другу дисками звезд.



Парадокс Ольберса. Считаем для простоты, что все звезды имеют одинаковую яркость и распределены в пространстве равномерно. В этом случае число звезд в тонком сферическом слое радиуса R (слой A) оказывается пропорциональным его поверхности, т. е. пропорциональным R^2. Пусть суммарная яркость звезд слоя A на рассматриваемом участке неба составляет величину L. Наблюдаемая с Земли яркость каждой звезды в произвольном тонком слое $Б$, удаленном на расстояние kR, уменьшится по сравнению со слоем A в k^2 раз. Однако их количество, приходящееся в слое $Б$ на тот же участок неба, по сравнению со слоем A, возрастет в k^2 раз. Таким образом, суммарная яркость звезд произвольного слоя $Б$ на рассматриваемом участке неба также составит величину L. Вывод, который следует из этого теоретического рассуждения: поскольку с удалением от Земли суммарная яркость звезд из каждого последующего более далекого слоя не ослабевает, то все ночное небо для земного наблюдателя должно выглядеть сплошь покрытым звездами, примыкающими вплотную одна к другой. Однако на практике, как хорошо известно, этого не наблюдается.

Этого, однако, как всем хорошо известно, не наблюдается. И либо звезды в масштабах Вселенной распределены далеко неравномерно, либо существуют какие-то физические причины, которые дополнительно ослабляют поток света от удаленных объектов.

Парадокс Ольберса служит тем наблюдательным фактом, который требует объяснения в любой космологической теории.

Значительный толчок развитию космологических идей дало открытие красного смещения.

Лето. Каникулы. Школьники стоят на платформе дачного поселка. Приближаясь к платформе, поезд дальнего следования

дает звуковой сигнал. Звук сирены кажется высоким, почти пронзительным. Но вот состав поравнялся с платформой и начинает удаляться. Характер звука резко меняется: теперь сирена локомотива звучит на низких тонах, басовито.

Теоретически подобный эффект предсказали в середине прошлого века австриец Христиан Допплер и француз Ипполит Физо. Эффект Допплера — Физо состоит в том, что при взаимном движении наблюдателя и источника волнового излучения по направлению друг к другу наблюдатель фиксирует кажущееся изменение длины волны.

Звук — волновые колебания воздуха. Если наблюдатель и источник звука сближаются, то происходит кажущееся сокращение длин волн: звук становится более высоким. Если же звук слышится более низким, нежели на самом деле, то наблюдатель и источник звука удаляются один от другого. По величине смещения высоты тона, т. е. частоты колебаний, по сравнению с высотой звука от неподвижной сирены можно оценивать скорость движения поезда.

Сказанное справедливо и для звезд. Видимый свет, идущий от звезд, представляет собой электромагнитные волны. По изменению длины электромагнитной волны можно измерять скорость движения звезд по отношению к Земле: по лучу зрения на Землю или от Земли. Такая скорость называется *лучевой*.

Впервые многочисленные высокоточные измерения лучевых скоростей звезд выполнил замечательный русский астроном А. А. Белопольский. Тем же методом уже в XX в. были измерены лучевые скорости многих галактик. И тут обнаружилось нечто необыкновенное: почти все наблюдающиеся на небе чужие галактики удаляются от Земли. В спектрах галактик описанное явление выражается смещением всех линий к красному концу: поэтому оно получило название *красного смещения*.

В дальнейшем выяснилось, что величины лучевых скоростей удаления галактик согласуются с их расстояниями. Взаимосвязь оказалась настолько четкой, что лучевые скорости стали даже использоваться как своеобразный индикатор расстояний: чем больше скорость удаления галактики, тем дальше она расположена от нас во Вселенной.

Не правда ли, в высшей степени странная картина? Уж не в центре ли Вселенной находится наша Галактика? Почему все остальные галактики удаляются от нас? Или, может быть, подобное явление только кажущееся? Может быть, оно возникает вследствие каких-либо неучтенных физических эффектов, например, вследствие изменения длин волн приходящего к нам издалека света в результате рассеяния его на частицах межпланетной материи?

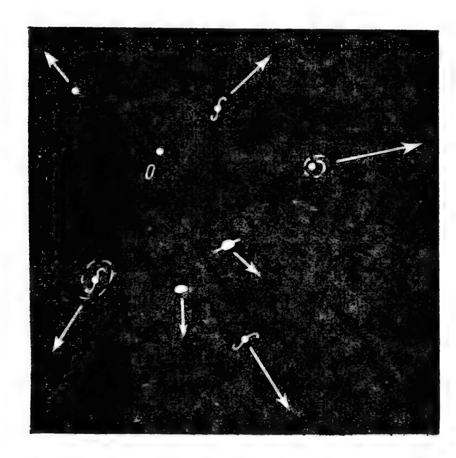
Космология дала ответы на эти вопросы в теории Большого Взрыва. Теория Большого Взрыва предполагает, что все галактики, в том числе и наша Галактика, действительно удаляются

друг от друга. И их удаление действительно происходит с различными скоростями. Чем больше расстояние между галактиками, тем выше оказывается скорость их взаимного удаления.

Чтобы лучше уяснить себе эту картину, рассмотрим упрощенную геометрическую схему. Выберем совершенно произвольную точку *О* в качестве центральной «точки разлета». Пусть наша Галактика находится где-то в средней области. Существуют многочисленные галактики, которые находятся ближе к точке разлета, чем наша Галактика. Мы летим от центра быстрее, чем они, т. е. расстояние между нами растет и приборы фиксируют удаление этих галактик от нас. Другие же галактики, те, которые расположены дальше от точки разлета, чем наша, в свою очередь также летят от центра быстрее нас. Значит, и в этом случае наши приборы тоже регистрируют их удаление.

Однако приведенное рассуждение не более чем простейшая схема. Согласно теории относительности никакой центральной «точки разлета» принципиально существовать не может. Произвольно выбранную нами центральную точку *О* можно поместить в любое место пространства, и при этом вся описанная картина взаимного удаления галактик должна полностью сохраниться.

Такой вывод теории относительности получен чисто математическим путем, и его невозможно осознать наглядно, так же как невозможно наглядно объяснить постоянство скорости света вне зависимости от движения системы отсчета. Здесь вновь, как и прежде, остается довольствоваться только упрощенными примерами.



Лучевая скорость удаления галактик, регистрируемая нашими приборами, прямо пропорциональна расстоянию до них.

Мы в силах построить модель описанного выше «разбегания» галактик, если не будем рассматривать реальное бесконечное пространство трех измерений, а ограничимся в своей модели лишь поверхностью — пространством двух измерений. Представим себе, что «вся Вселенная» расположена на некоторой замкнутой поверхности, которая подобна поверхности постоянно раздуваемого резинового шара. Пусть галактики в нашей модели изображаются точками, нанесенными на поверхности этого шара. По мере его раздувания все расстояния между «галактиками», измеренные по поверхности шара,

действительно будут систематически увеличиваться, причем скорость разбегания «галактик» окажется тем больше, чем больше было первоначальное расстояние между ними.

Теория Большого Взрыва утверждает, что возраст Вселенной достигает примерно 10 млрд. лет. Та же цифра получается, кстати, и из многих других соображений. Тогда, около 10 млрд. лет назад, в течение одного мгновения вся материя Вселенной была сосредоточена в одном месте в виде различных элементарных частиц. Не надо думать, что вокруг этой невообразимой «кипящей» массы, из которой предстояло возникнуть всем звездам и галактикам, было пустое пространство. Нет, пространство не существует вне материи, и все пространство Вселенной было тогда заключено в пределах той же первоначальной области.

Аналогией дальнейших событий может служить колоссальный взрыв.

Взрыв привел к расширению материи и пространства, сопровождающемуся охлаждением. В процессе охлаждения нейтроны, протоны и электроны объединялись в атомы всех известных ныне химических элементов, образовывали звезды и галактики.

Таким образом, история звезд и галактик рисуется как история поведения материи, образующей Вселенную.

Наблюдаемое красное смещение согласно теории Большого Взрыва — это результат действительного разлетания галактик, продолжающегося с момента их возникновения.

Теория Большого Взрыва в основном объясняет известные наблюдательные факты. Но и она сталкивается с трудностями. Главная из трудностей состоит в исследовании первичного состояния Вселенной — того совершенно особого момента в ее развитии, после которого начался этап наблюдаемого ныне расширения.

Не все космологи разделяют уверенность в справедливости теории Большого Взрыва. Среди них есть приверженцы и других концепций.

Действительно ли Вселенная расширяется или процесс расширения свойствен только наблюдаемой нами области Вселенной? Будет ли расширение продолжаться неопределенно долго или Вселенной свойственна пульсация: сейчас она расширяется, а впоследствии — через многие миллиарды лет — расширение сменится сжатием?

Вселенная не имеет никаких границ. Она безгранична. Но бесконечна ли она?

Вернемся еще раз к нашему примеру с пространством двух измерений. Вообразим на минуту фантастических двумерных существ, которые не знают и не воспринимают третьего измерения пространства. Для таких плоских существ, обитающих только в двух измерениях, поверхность любого шара, например Земли, не имела бы никаких границ — она представлялась бы им безграничной. Однако на деле, в трех пространственных измере-

ниях, Земля вовсе не бесконечна, хотя, двигаясь только по ее поверхности, можно бесчисленное количество раз проходить одну и ту же точку, но никогда не достигнуть «границ» Земли. Следовательно, наши двумерные существа в итоге изучения своего мира могли бы с удивлением обнаружить, что хотя он и безграничен, но вовсе не бесконечен.

Не может ли Вселенная в четырех измерениях — в трехмерном пространстве плюс время — также быть безграничной, но не бесконечной? Быть может, сам по себе вопрос о бесконечности Вселенной является, как выражаются математики, некорректным и вообще не имеет ответа?

История мировой науки хранит поучительный опыт того, как на протяжении тысячелетий математики тщетно искали доказательств истинности пятого постулата Евклида. Однако доказательств того, что через одну точку можно провести только одну прямую, параллельную данной, так и не нашлось. Больше того, великий русский математик Н. И. Лобачевский доказал непротиворечивость геометрии, в которой через одну точку можно провести сколько угодно прямых, параллельных данной.

Дальше — больше. Немецкий математик Г. Риман разработал геометрию, в которой через заданную точку нельзя провести ни одной прямой, параллельной данной. И оказалось, что все три геометрии имеют полное право на существование.

Не обстоит ли подобным же образом дело и с понятием о бесконечности Вселенной? Не зависит ли ответ на этот вопрос от субъективно сформулированных нами условий решения задачи, а вовсе не от объективных свойств Вселенной?

Как видим, космология занимается очень важными проблемами, находящимися на стыке астрономии, физики и философии.

Фундаментом космологических исследований является совокупность основных физических теорий, таких, как квантовая механика, специальная теория относительности и общая теория относительности. Направляющую роль при выполнении космологических исследований играют взятые за исходные методические философские принципы. Наконец, наблюдательная астрономия является источником тех фактических данных о Вселенной, которые нуждаются в космологическом истолковании и служат для проверки правильности любой космологической теории. К сожалению, решение космологических проблем еще очень осложнено недостаточным количеством исходного наблюдательного материала. Недаром существует образное выражение, что космология «рисует самые грандиозные картины самыми разбавленными красками». Однако каждое новое открытие астрономов-наблюдателей может внести исключительно важный вклад в развитие космологических представлений о происхождении и эволюции Вселенной.

В пятидесятые годы нашего века повышенный интерес астрономов привлекли едва различимые даже в крупные телескопы

бледные, слегка размытые голубоватые пятна. Они настолько слабы, что никак не выделяются среди миллиардов других очень слабых звездочек. Но зато радиоизлучение от них намного превосходит поток радиоволн от обычных звезд. «Шумных» радиоисточников насчитывается на небе немного — всего несколько десятков. Их полное название — квазизвездные источники радиоизлучения.

Латинское слово «к в а з и» в научных терминах означает «как бы, подобный чему-либо»: «квазизвезда» — «как бы звезда», «звездоподобный объект». Слово «звезда» по-английски произносится «стар». От слов «квази» и «стар» появилось сокращение к в а з а р. Под таким кратким именем необычные радиоисточники и вошли в научную литературу.

Поначалу предполагали, что квазары расположены сравнительно недалеко: где-то на окраине нашей собственной Галактики. Уж очень мощным было их радиоизлучение. Но вот в 1963 г. удалось начать изучение квазаров с помощью крупнейшего тогда в мире 5-метрового телескопа. Результат был ошеломляющим. Красное смещение у квазаров достигает невообразимой величины. Они удаляются от нашей Галактики со скоростями, близкими к скорости света. Самый стремительный из них имеет скорость в $^4/_5$ скорости света! Расстояние до этого квазара в соответствии с его красным смещением должно составлять 9 млрд. световых лет. Такая величина чудовищна даже для видавших виды астрономов!

Попутно с квазарами обнаружился и еще один класс удивительных объектов — голубые звездообразные галактики. По всем признакам, за исключением радиоизлучения, они напоминают квазары: тот же внешний вид, те же чудовищные скорости разлета, те же фантастические удаления. Но они совершенно не слышны в радиодиапазоне. Звездообразные галактики в сотни раз многочисленнее квазаров.

Что же это за образования? Каковы те невообразимые источники энергии, по сравнению с которыми даже взрывы сверхновых звезд выглядят новогодними хлопушками? Какую роль играют эти «ископаемые чудовища» в развитии Вселенной?

В качестве основного неиссякаемого источника энергии во Вселенной, мощность которого в масштабах галактик может в миллионы раз превосходить мощность всех других известных источников энергии, вместе взятых, астрономы-теоретики в наши дни все чаще называют гравитацию. Именно в силах, возникающих вследствие взаимного притяжения огромных масс, они склонны видеть «главную пружину Вселенной». Быть может, красное смещение квазаров и других подобных объектов вызвано не гигантскими скоростями их удаления, а действием небывало мощных гравитационных полей? Но это свидетельствовало бы о существовании таких невиданно плотных небесных тел, которые не укладываются ни в одну из существующих теорий.

Ответов на поставленные вопросы пока нет. Мы вышли на «линию огня» современной астрономической науки, на ее передний край, где не прекращается борьба идей, где постоянно идут активные «боевые действия».

Астрономы-теоретики ждут для своих обобщений новых наблюдательных данных. И самую большую услугу в этом им может оказать молодая, быстро развивающаяся область наблюдательной астрономии — р а д и о а с т р о н о м и я.

ШОРОХИ МИРОВОГО ПРОСТРАНСТВА

Обычный белый луч состоит из смеси цветных лучей. Основных цветов в белом луче семь: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый.

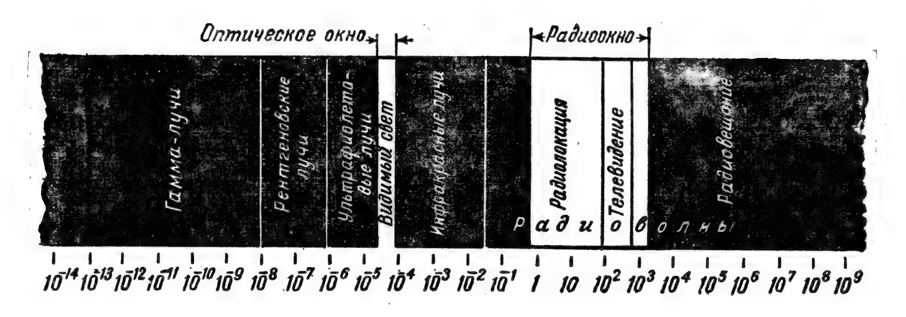
С фиолетового конца к видимому свету примыкают невидимые у л ь т р а ф и о л е т о в ы е лучи. Те самые, под действием которых появляется загар на лице. А с красного конца — невидимые и н ф р а к р а с н ы е лучи. Они несут тепло. Известны еще невидимые р е н т г е н о в с к и е лучи. С их помощью делают снимки при переломах, просвечивают легкие и другие внутренние органы. При распаде радиоактивных веществ образуются гамма-лучи. И наконец, каждый имеет представление о р а д и о в о л н а х — УКВ, коротких, средних и длинных, которые постоянно используются широковещательными радиостанциями всех континентов.

Физики показали, что все эти излучения имеют одинаковую сущность. Это электромагнитые волны. Они отличаются друг от друга длинами волн. По мере изменения длины волны коренным образом меняются свойства излучения. Разные лучи были открыты по их свойствам в разное время. И называли их всякий раз по-своему. И только впоследствии свели всю картину воедино.

Совокупность электромагнитных колебаний разных длин волн называется их спектром. Он представлен диаграммой.

Самую короткую длину волны имеют гамма-лучи. Несколько больше длина волны у рентгеновских лучей. За ними следует ультрафиолетовое излучение. Видимый свет занимает в спектре узенькую полоску. За красными лучами находится область инфракрасных лучей и, наконец, область радиоволн. К радиоволнам относят всякое электромагнитное излучение с длиной волны больше нескольких миллиметров.

Звезды, межзвездный газ и скопления пылевой материи во Вселенной излучают не только видимый свет. Их излучение распределено практически по всему спектру электромагнитных колебаний. Но на протяжении тысячелетий астрономы попросту не знали, что есть возможность наблюдать нечто, отличное от видимого света. А теперь, когда они это узнали? Теперь им вновь пришлось столкнуться с давним «врагом» — атмосферой Земли.



Спектр электромагнитных колебаний.

Атмосфера поглощает идущее к Земле излучение почти всех длин волн, за двумя исключениями. Она почти полностью пропускает видимый свет и небольшую часть примыкающих к области видимого света ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Это одно так называемое «окно прозрачности» атмосферы. Другое «окно прозрачности» попадает на часть радиодиапазона с длинами волн от 1 *см* до 30 *м*.

Человеческий глаз прекрасно приспособлен к первому из «окон прозрачности». Случайное совпадение? Конечно, нет. Путем естественного отбора органы чувств земных существ приспосабливались к окружающим условиям, постепенно преобразовывались так, чтобы быть максимально полезными.

Представьте, что глаза человека воспринимали бы, например, только рентгеновские лучи. Но ведь атмосфера задерживает рентгеновское излучение не только далеких звезд, но и Солнца. И значит, существо с «рентгеновскими глазами» блуждало бы постоянно в потемках, никогда не видя Солнца.

Другой пример. Человеческий глаз лучше всего распознает желтый свет. Для глаза это самая чувствительная часть видимого света. Почему? Да потому, что Солнце — желтая звезда.

Долгие-долгие века пользовались астрономы лишь одним «окном прозрачности» атмосферы, изучали только видимый свет. Но с развитием радиотехники, когда были усовершенствованы приемники радиоволн, появилась возможность воспользоваться и вторым «окном».

Внеземные радиошумы были случайно обнаружены в тридцатые годы нашего века при изучении помех, которые мешали трансатлантической радиотелефонной связи. Так же случайно было обнаружено и радиоизлучение Солнца.

Во время второй мировой войны немцы регулярно совершали воздушные налеты на столицу Англии Лондон. Немецкие эскадрильи появлялись с востока. Англичанам удалось наладить

сеть радиолокаторов, обнаруживать самолеты противника и принимать срочные меры. Однако когда немцы появлялись рано утром, какая-то таинственная радиостанция, подавая мощные сигналы, сбивала противовоздушную оборону с толку.

На ноги была поднята английская разведка. Но отыскать новую радиостанцию ни в Германии, ни в Европе не удалось. Оказалось, что эта таинственная станция — Солнце.

За очень короткое время радиоастрономия оформилась в мощную ветвь современной астрономии.

Одним из источников радиоизлучения является межзвездный водород, который сосредоточивается в спиральных рукавах Галактики. Радиоастрономы «прослушали» радиоголос водорода и первыми построили карту спиральной структуры Галактики.

Много нового они внесли в представления о взрывах новых и сверхновых звезд. Скинутые взорвавшимися звездами оболочки также являются заметными источниками радиоизлучения. Один из мощнейших радиоисточников на небе — Крабовидная туманность, след «звезды-гостьи» 1054 г.

У радиоастрономов богатые перспективы. И одна из очень увлекательных задач для них — связь с внеземными цивилизациями. Если существующая где-то на иных планетах цивилизация захочет связаться со своими братьями по разуму, то сделать это всего удобнее в радиодиапазоне. И радиоастрономы напряженно прислушиваются к шорохам мировых глубин. Но есть ли основание ждать откуда-нибудь разумных посланий?

МНОЖЕСТВЕННОСТЬ ОБИТАЕМЫХ МИРОВ

Земля — одна из нескольких планет Солнечной системы. Солнце — ничем не примечательная звезда в одном из спиральных рукавов Галактики, далекая от ее центра. Галактика — одна из миллионов звездных систем, открывающихся взору в современные телескопы. Неужели жизнь на Земле — явление единственное в своем роде, неповторимое, уникальное? Неужели же не существует других обитаемых миров с уровнем технического развития, равным или превосходящим наш собственный?

Кажется ли таким уж диким и беспочвенным фантастическое предположение о Великом Кольце галактик? Как это захватывающе: далекие миры, которые поддерживают между собой связь, протягивают друг другу руку помощи. Или, может быть, как раз наоборот: миры враждебные, антагонистические?

Конечно, в столь четкой форме вопрос о множественности обитаемых миров может быть задан только сегодня. В прошлом люди ничего не знали о других галактиках, мало что знали о нашей Галактике и даже о Солнечной системе.

Однако мысль о множественности миров возникла уже на заре человеческой цивилизации, в античное время. Эту тему

обсуждали древнегреческие и римские философы. И многие из них склонялись к убеждению, что наш мир не одинок: во Вселенной существуют многие другие миры.

В средние века в Европе главенствует схоластическая церковная наука. Она оправдывает господство феодалов над крестьянами и ремесленниками. Богословы вовсе не должны познавать окружающий мир. Они держат людей в страхе перед загробной жизнью. Все, что не упомянуто в священном писании, сразу же отметается как вредное и ложное.

Новый взлет человеческой мысли и мужества известен в истории как эпоха Возрождения.

В немецком городе Майнце Иоганн Гутенберг пускает в ход первый печатный станок. Книгопечатание распространяется с быстротой молнии. И сотням бойких переписчиков не угнаться за печатным станком, чудом XVI в. Книга перестает быть роскошью, доступной только богатым из богатых. Дух времени напоен свободолюбием и свободомыслием. И не случайно, что именно в этот период, как жаждущий крови вампир, поднимает голову священная инквизиция. Кровавая пелена застилает глаза людей в черных сутанах, которые призваны унизить, подавить, растоптать человеческое достоинство. Удержать пошатнувшееся господство церкви. Убить в людях стремление к подлинному знанию.

Инквизиции противостояли сотни тысяч людей, смелых и вольнолюбивых. Но жил один человек, великий итальянский философ, который стал олицетворением, символом этой мятежной эпохи. И был один спор, которому суждено было стать главной темой эпохи: спор между церковью и наукой о множественности обитаемых миров.

Человек этот родился в 1548 г. в Италии недалеко от городка Нолы. Отец его был обедневшим дворянином, воином и поэтом. Сын бедных родителей не мог получить образование в университете. Но юноша всеми силами рвется к знаниям, он хочет стать философом, ученым. А истина — сомнений в ту пору у него не возникает — кроется за изысканным красноречием ученых-богословов. Путь к знаниям лежал для него через монастырскую келью.

В 17 лет он вступает под гулкие своды монастыря Святого Доминика в Неаполе. Слава монастыря гремит далеко за пределами Италии. Он известен ученостью своих богословов, их неустанным рвением. Это они, ученые монахи-доминиканцы, заседают в трибуналах священной инквизиции. Это они, верные псы господни, избрали своим символом собачью голову с горящим факелом в зубах.

Проходит год. Молодой послушник дает монашеский обет и получает новое имя — Джордано. Отныне знакомые зовут его Джордано Бруно из Нолы. Ноланец учится как одержимый. Он презирает глупость, сытость, успокоение. Он читает запоем,



фолиант за фолиантом. Тайком читает запрещенные церковью книги.

Знаниями и ученостью Джордано Бруно быстро превзошел остальных монахов. Бруно — надежда и гордость доминиканского ордена. Его отвозят в Рим и представляют папе римскому.

Обучение завершено. В римской Коллегии мудрости — высшем католическом университете — Бруно успешно выступает в богословских диспутах и получает степень доктора римско-католического богословия. Но он чувствует себя жестоко обманутым. В церковных книгах он искал мудрость и не нашел. Он искал там истину и не нашел. Стройные рассуждения богословов оказались мишурой, роскошными одеждами, в которые облачена скудость мысли.

Ноланец на вершине успеха. Но, обманутый, он не желает обманывать других. Джордано Бруно резко выступает против догматизма и невежества коллег-монахов. Следует донос. Ноланец покидает родину.

Для Бруно начинается тяжелая жизнь вечно преследуемого изгнанника. Он беден. Он не имеет постоянного крова над головой.

Бруно преподает в университетах Женевы, Тулузы, Парижа, Виттенберга, Праги, Франкфурта-на-Майне. Везде и повсюду он клеймит ухищрения схоластов, развенчивает догматизм ученых-монахов и церковные таинства, гневно осуждает ничтожество служителей религии, их невежество и пресыщенность. Студенты ломятся на диспуты с участием этого молодого профессора. Лютую ненависть затаили на Бруно отцы церкви.

Но и искушеннейшие богословы не в силах в открытом бою победить взбунтовавшегося Ноланца. Он превзошел богословскую мудрость. Он в совершенстве владеет их собственным оружием. В Англии, например, по отзывам очевидцев, Бруно «пятнадцатью силлогизмами посадил пятнадцать раз, как цыпленка в паклю, одного бедного доктора, которого в качестве корифея выдвинула академия в этом затруднительном случае».

В борьбе за новое мировоззрение Джордано Бруно находит смысл жизни и не чувствует усталости. Он колесит по Европе,

знакомится с выдающимися, наиболее образованными людьми, впитывает в себя все лучшее, что создано человечеством. Он пишет одно сочинение за другим, сатирические памфлеты и научные трактаты.

Гигант учености и гигант духа, Бруно несокрушимо верит в силу человеческого разума. Он страстно борется за человеческое достоинство, за свободу мысли, за науку.

Итальянский философ высказывает новые, страшные для церкви взгляды. И главное среди них — учение о вечности мира, о безграничности Вселенной, о множественности обитаемых миров. Земля — холодное тело, которое вращается вокруг горячего Солнца. Солнце — звезда. Но звезд на небе тысячи. И около каких-то из них есть планеты, на которых существует жизнь.

Пятнадцать лет скитался Бруно вдали от Италии. Наконец он рискнул появиться в Венецианской республике. Здесь, гнусно преданный, Бруно попадает в застенки инквизиции. Венецианские инквизиторы передают Джордано Бруно в Рим.

Враги праздновали победу. Ничтожества с горящими глазами фанатиков, с раскаленным железом в руках, они вознамерились растоптать его душу, подвергнуть осмеянию, сломить, заставить отречься от самого себя. В лице Бруно римские инквизиторы судили не монаха-вероотступника. Они судили мыслителя, человека будущего.

В злобном бешенстве, не находя других аргументов, богословы то и дело отдавали Бруно в руки палачей. Снова и снова встречаются в протоколах допросов подобные места:

«...Достопочтеннейший господин Джулио Монтеренци, фискальный прокуратор считает, что брат Джордано не изобличен в представленных ему положениях... Подвергнуть пытке...»

«...Достопочтеннейший господин Марчелло Филонарди, асессор святой службы: подвергнуть строгой пытке и дать срок, дабы образумился...»

«...Достопочтеннейший отец Ипполито Беккариа: пытать, и не единожды, но дважды...»

Так продолжалось 8 лет. Но могучий дух философа превозмог страдания тела. Его ответы не менялись.

На третьем допросе: «...Я считаю, что существуют бесконечные миры, образующие безграничную совокупность в бесконечном пространстве...»

На четырнадцатом допросе: «...Отвечал в том же роде относительно множества миров и сказал, что существуют бесконечные миры в бесконечном пустом пространстве, и приводил доказательства...»

Ему предлагали отречься от своего учения. Такой ценой Бруно мог спасти жизнь. Он отказался.

В феврале 1600 г. при стечении высших прелатов католической церкви был оглашен утвержденный папой приговор:

«поступить по возможности кротко и без пролития крови» — сжечь заживо на костре.

У истерзанного, изможденного, брошенного на колени узника хватило сил бросить в лицо торжествующим палачам:

— Вы, быть может, с бо́льшим страхом произносите приговор, чем я его выслушиваю.

Уже стоя на костре, с кляпом во рту, Джордано Бруно отвернулся от протянутого ему распятия.

Если вам доведется побывать в Риме, отыщите в лабиринте тесных кривых улочек «вечного города» небольшую площадь Цветов. Там стоит скромный памятник, на пьедестале которого высечено —

Джордано Бруно
от века, который он предвидел
там, где костер пылал

МЫ НЕ ОДИНОКИ?

Проблема разумной жизни вне Земли испокон веков вдохновляла пытливые умы людей различных профессий. Однако в силу необычайной сложности этой проблемы ученым длительное время не было видно путей ее строгого научного решения. Внеземная жизнь оставалась волнующей темой для писателей-фантастов.

С мертвой точки извечная эта проблема сдвинулась, наконец, в наши дни. С развитием представлений о Вселенной астрономам удалось дать более или менее обоснованные оценки возможной распространенности жизни. Попробуем шаг за шагом повторить ход их рассуждений.

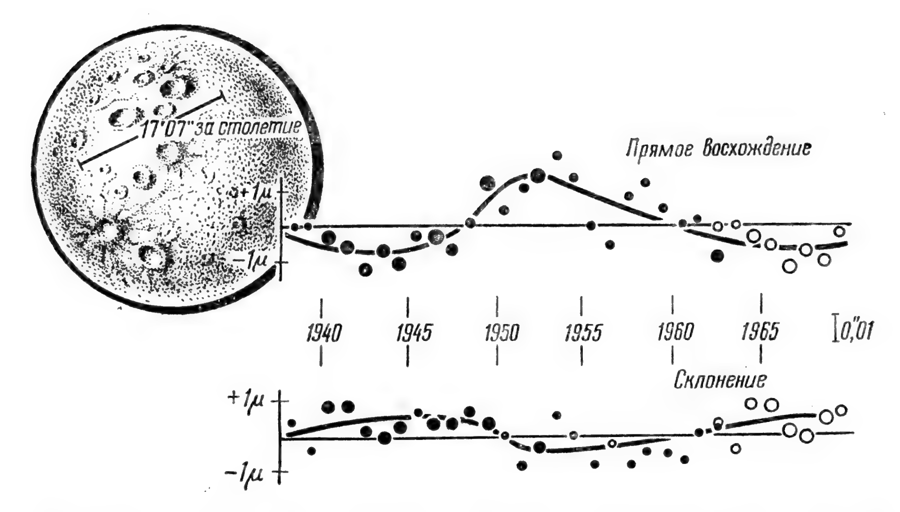
По существующим представлениям, из-за совершенно неприемлемых условий жизнь не может иметь места ни в недрах, ни на поверхности звезд. Жизнь может развиваться лишь на холодных планетах, обращающихся вокруг звезд.

Из теории образования звезд следует, что планетами располагают от 20 до 50% всех звезд.

Малые по сравнению со звездами и не светящиеся, холодные планеты невозможно заметить в телескоп с Земли. Этому препятствует атмосфера. И тем не менее астрономы знают несколько звезд, около которых наверняка есть планеты. Среди них, например, наша соседка — «летящая» звезда Барнарда.

В течение последних 25 лет звезду Барнарда наблюдали 2000 раз. Было обнаружено, что «летит» она по небу не по прямой линии, а по чуть-чуть волнистой. Волнистость ее пути микроскопическая; на фотографиях соответствующие отклонения меньше одного микрона. Но в этом-то микроне и заключается главное.

С прямого пути звезду Барнарда сбивает обращающаяся вокруг нее планета. По изгибам в пути звезды можно оценить



Отклонения собственного движения «летящей» звезды Барнарда на небе от прямолинейного пути по двум принятым в астрономии координатным осям — прямому восхождению и склонению. Каждая точка на диаграмме представляет собой результат осреднения измерений по нескольким фотопластинкам. Измеренные на фотопластинках отклонения редко превышают 1 микрон (масштаб измерений отложен на графиках по оси ординат). Для наглядности справа помещен отрезок, соответствующий смещению звезды на небесной сфере в 0,"01. Слева — величина общего смещения звезды Барнарда на небе за 100 лет на фоне диска Луны.

размеры невидимой планеты: она всего в полтора раза больше Юпитера, планеты из нашей Солнечной системы.

После открытия планеты у одной из ближайших к нам звезд вряд ли можно сомневаться, что планетные системы — явление действительно распространенное.

Следующий фактор. Пусть около звезды существует несколько планет. Часть из них расположена слишком близко к звезде, там чересчур жарко. Часть же из них расположена слишком далеко, где чересчур холодно. Около звезды можно очертить зону, в которой условия для жизни самые подходящие,— «зону обитания».

Особенности «зоны обитания» удачно характеризует сравнение с поведением людей у костра. Чем жарче костер, тем дальше от него садятся. Но при этом шире и зона, в которой он греет: сидеть можно в несколько рядов.

Какое же число планет данной системы попадает в «зону обитания»? По выполненным оценкам, от 1 до 5.

Третий фактор, который необходимо учесть: какова доля планет с подходящими условиями, жизнь на которых действительно возникает?

Четвертый фактор: какова среди всех планет, обладающих жизнью, доля таких, на которых возникла р а з у м н а я жизнь?

Как нетрудно заметить, сложность вопросов неизменно возрастает. На очереди еще более сложный: какова среди всех планет, обладающих разумной жизнью, доля достигших такого высокого уровня развития, когда появляется возможность и желание вступить в контакт с другими мирами?

И наконец, самый сложный из сложных вопросов, который скорее относится к социальным наукам, нежели к астрономии: сколь долговечна разумная жизнь в высокой стадии развития? Далеко тут ходить за примерами не надо. Не случится ли беда с нашей собственной Землей? Не возьмут ли верх оголтелые, безрассудные силы войны, в результате чего человеческая культура будет сметена с лица Земли термоядерными бомбами? А то, быть может, человечеству суждено вскоре погибнуть от нехватки продуктов питания, энергетических ресурсов, либо от чудовищной эпидемии, которая молниеносно пронесется по земному шару?

Применительно к связи с другими мирами поставленный выше вопрос совсем не праздный.

Каждый человек, например, строго ограничен рамками своего времени: он может вступать в контакт, беседовать лишь со своими современниками. Человек не в силах вступить в беседу ни с людьми прошлого, ни с людьми будущего. Правда, до нас доходит голос минувшего: книги, рукописи, произведения искусства. Мы можем сохранить память о себе для потомков. Но такого рода контакты односторонни. А непосредственная двусторонняя связь возможна только между людьми одного времени.

Разные цивилизации тоже могут задавать вопросы и получать ответы только от «современных» им цивилизаций. А если высокоразвитые цивилизации недолговечны, то вероятность их контактов между собой резко сокращается.

Для ответа на вопрос о долговечности жизни мало быть оптимистом или пессимистом. Надо знать историю человечества, знать законы развития человеческого общества. А эти законы — к такому выводу приходят советские ученые — свидетельствуют о том, что никаких пределов для очень длительного, практически бесконечного существования высокоразвитых обществ нет.

Так или иначе, ответив на многие вопросы, мы подходим к оценке общего числа одновременно существующих высокоразвитых цивилизаций. Когда же дело касается численных оценок, то они могут быть завышенными или заниженными, очень радужными или, наоборот, чрезмерно осторожными. Вот осторожная оценка: высокоразвитые цивилизации существуют одновременно в среднем около одной из 3 млн. звезд. Таким образом, среднее расстояние между цивилизациями составляет 1000 световых лет.

Полеты на такие расстояния, насколько можно судить с позиций сегодняшнего дня, невозможны. Из самых общих рассуждений следует, что они никогда и не станут возможными, какая

бы принципиально мыслимая на сегодня энергия ни использовалась для этой цели.

Что же касается других контактов — посылки друг другу каких-либо сигналов, то такой вид связи высокоразвитых цивилизаций может оказаться вполне реальным и обоснованным.

МЕЖЗВЕЗДНЫЙ ЯЗЫК

Проблема поисков жизни в других мирах только недавно вступила в стадию ее подлинно научного решения. В этой области предстоит еще работать и работать. Но уже сейчас ученые вплотную ставят многие конкретные и очень важные задачи.

Известны ли, например, признаки, по которым чужие цивилизации могли бы заметить, что на одной из планет Солнечной системы появилось высокоразвитое общество? Да, некоторые признаки известны.

Миллиарды лет единственным мощным источником радиоволн в Солнечной системе было Солнце. С изобретением радио в результате постоянной работы тысяч радиостанций Земля также стала мощным источником радиоизлучения. Посторонний наблюдатель мог бы отметить, что полсотни лет назад рядом с Солнцем, вплотную к нему, вспыхнула вторая «радиозвезда». Эта «радиозвезда» переменна. Когда к воображаемому постороннему наблюдателю поворачивается Тихий океан, мощность излучения падает. Когда же к нему поворачиваются густонаселенные промышленно развитые материки Земли, мощность радиоизлучения возрастает.

Но этот признак косвенный, пассивный. А каковы должны быть специально посланные сигналы, так сказать, позывные далеких миров? Каковы характерные черты искусственного сигнала внеземной цивилизации? Как его заметить и выделить? Такой вопрос разрабатывал известный советский астрофизик, член-корреспондент Академии наук СССР И. С. Шкловский. Этой теме посвятил свою докторскую диссертацию советский радиоастроном Н. С. Кардашев.

А американский радиоастроном Фрэнк Дрейк предложил однажды своим коллегам «практическую» задачу. Он, ничего не объясняя, передал им для расшифровки «космическое сообщение», состоящее только из единиц и нулей.

Единицы и нули регулярно используются для записи данных в двоичном коде, который наиболее прост и универсален для передачи любой информации.

Представьте себе фотографию: в ней есть места совершенно черные и совершенно белые. А от черного до белого находится множество оттенков, полутонов: серый, чуть-чуть серее, еще чуть-чуть серее. Буквально во всяком природном явлении есть две крайние точки и между ними несколько градаций, ступенек,

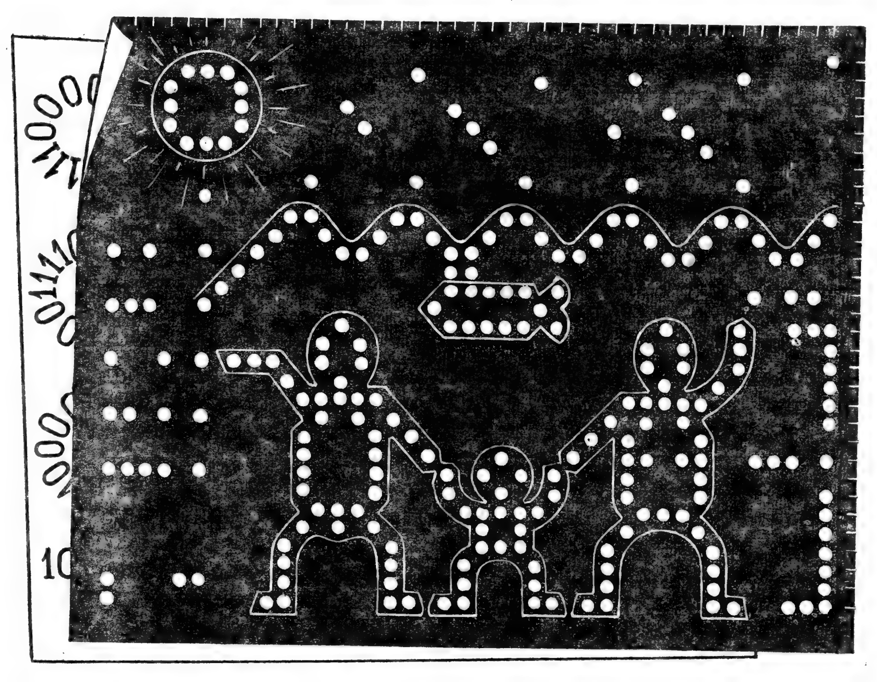
оттенков. Любые числа, к примеру, мы обычно записываем десятью арабскими цифрами: это как бы десять разных ступенек.

А двоичный код — система только с двумя градациями, двумя состояниями: черное — белое, да — нет, точка — тире, есть сигнал — нет сигнала, единица — нуль; образно говоря — все или ничего. Двоичный код широко применяется при работе с современными быстродействующими электронно-вычислительными машинами.

«Космическое послание» Фрэнка Дрейка состояло из 1271 знака: единиц и нулей. Но 1271 — это произведение от умножения 31 на 41, а 31 и 41 — числа простые. Не в этом ли следует искать тайный смысл? Не развертывалось ли изображение, как на экране телевизора, в строчки? Только пока не известно, то ли была 31 строчка и в каждой по 41 точке, то ли наоборот: 41 строчка по 31 точке. Нетрудно проверить оба варианта.

Берем миллиметровую бумагу и строим прямоугольник со сторонами в 31 и 41 *мм*. А теперь на месте единиц будем чернить квадратики, а на месте нулей — оставлять пустыми. И что же?

При 41 строчке по 31 точке мы действительно построим изображение. И оно очень о многом поведает нам. Видно, что наши космические собеседники — существа двуногие и двурукие.



«Космическое послание» Ф. Дрейка.

У них, вероятно, как и на Земле, основной ячейкой общества является семья: два родителя держат за руки ребенка. В левом верхнем углу изображен грубый круг — это, конечно, их солнце. Под ним расположены точки-планеты; напротив каждой из планет в двоичной системе записан ее порядковый номер.

Левое человекоподобное существо указывает рукой на четвертую планету — они там живут. От третьей планеты идет волнистая линия, должно быть, наши собеседники изучили эту планету и убедились, что она покрыта водой. Кстати, под волнистой линией изображена какая-то рыбешка. И много еще о чем можно узнать из этой загадочной картинки.

Конечно, «космическое послание» Дрейка всего-навсего шутка. Но в ней таится глубокий смысл. Картинка оказалась гораздо понятнее и информативнее, чем любой другой вид передачи данных. «Передать» картинку тоже оказалось довольно просто. И расшифровать ее можно сравнительно без труда.

Так, мало-помалу, ученые готовятся к приему сообщений чужих миров, сами разрабатывают универсальный космический язык. В мае 1964 г. в СССР, в Бюраканской астрофизической обсерватории, прошло первое всесоюзное совещание, специально посвященное проблемам внеземных цивилизаций. В сентябре 1971 г. там же, в Бюракане, состоялась первая в истории науки Международная конференция по связи с внеземными цивилизациями.

Интенсивная исследовательская работа по поискам чужих обитаемых миров невольно вновь поднимает коварный вопрос: а нет ли уже сейчас на Земле следов посещавших нас некогда пришельцев из космоса? Этот вопрос задают очень часто, и редко приходится услышать на него трезвый ответ.

Как мы уже говорили, по современным представлениям полеты живых существ на большие межзвездные расстояния невозможны. Но не исключено, что жизнь во Вселенной встречается гораздо чаще, чем мы думаем, и обитаемые планеты обращаются вокруг ближайших к нам звезд. И уж, безусловно, вполне реальны полеты между планетами Солнечной системы. Таким образом, есть во Вселенной такие уголки, жители которых в прошлом могли бы посетить Землю. А значит, поиски оставленных ими следов и могут когда-нибудь увенчаться успехом. В таких поисках нет ничего предосудительного, ничего антинаучного.

При поисках такого рода следов обычно тщательно исследуют необычные материальные памятники древности, мифы, легенды, библейские тексты. В этом есть большой резон, ибо в самых фантастических легендах и религиозных произведениях где-то в основе — в самой сердцевине — лежат реальные события.

В 1786 г. известный французский мореплаватель Лаперуз во главе двух сорокапушечных фрегатов «Компас» и «Астролябия» обследовал западное побережье Северной Америки. Через

сто лет здешние индейцы со слов своих прапрабабушек и прапрадедушек сохранили предания о визите этих кораблей. Тщательно изучив эти предания, удалось отделить правду от небылиц. И выяснилось, что по ним можно даже точно восстановить внешний облик фрегатов Лаперуза.

Конечно, отыскать следы пришельцев из космоса несравненно труднее. И пока нет ни одного по-настоящему серьезного доказательства, что какие-то пришельцы Землю действительно посещали. Но, констатируя это, нужно немедленно подчеркнуть: если такие доказательства будут обнаружены, то это явится величайшим научным событием. Человечеству надо будет заново пересмотреть свою историю.

А пока вопрос о внеземных пришельцах находится в стадии увлекательной гипотезы. Никто не может такого рода гипотезы ни доказать, ни опровергнуть. Но вовсе не этот вопрос сейчас для науки самый важный. Были или не были на Земле инопланетные существа — вопрос частный в гораздо более общей и важной научной проблеме о внеземной жизни, о возможности связи с другими мирами.

Сколько раз на протяжении тысячелетий высказывались опрометчивые суждения: этого не будет! Это невозможно! Это никогда не свершится! Будьте же осторожны, давая ответ «нет». Вспомните исторические примеры.



Советская почтовая марка в память о полете космического аппарата «Луна-16». Контейнер с образцами лунных пород возвращается на парашюте на Землю.

В середине XIX в. во всем мире широко обсуждался проект укладки на дно Атлантического океана кабеля для постоянной телеграфной связи Европы и Америки. Многие сомневались в реальности этого дерзкого проекта. В дискуссию вмешался и королевский астроном — такой пышный титул носит в Англии директор Гринвичской обсерватории. Сэр Джордж Биддел Эйри был известным ученым, прекрасным специалистом по астрономическому приборостроению. Его мнение выглядело обоснованным. «Погрузить кабель на такую глубину,— убедительно писал сэр Джордж,— с точки зрения математики невозможно, а если это вдруг почему-либо получится, то по

кабелю все равно не удастся передать ни одного сигнала, поскольку на такой глубине сигналы не смогут продвигаться».

Королевский астроном сказал: «Невозможно! Электротехника этого не достигнет». Но трансатлантический телеграф заработал уже в 1858 г. А в дальнейшем благодаря гениальному изобретению А. С. Попова океанский кабель стал даже излишним — между континентами была установлена прямая радиосвязь. Теперь телевизионная, телефонная и телеграфная связь через океаны поддерживается с использованием искусственных спутников Земли.

Астрономы частенько вспоминают и другой пессимистический прогноз. Тогда же, в середине XIX в., знаменитый французский философ Огюст Конт авторитетно заявил, что люди никогда не узнают ни химического состава небесных тел, ни их минералогического строения. Не прошло и 30 лет, как *спектральный анализ* нарушил первый из этих запретов: астрономы выяснили химический состав звезд. Другой из запретов отвергнут на наших глазах. С наступлением космической эры экспериментально определено минералогическое строение поверхности Луны.

Много лет тому назад людям казалось, что никогда не удастся проникнуть в тайны планет. Теперь мы чувствуем себя в пределах Солнечной системы очень уверенно.

Двести лет тому назад существовало мнение, что мы никогда не узнаем ничего о звездах. Но все мрачные пророчества оказались опровергнутыми.

Вселенная безгранична. Но человеческий разум также не знает границ. И каждый день может стать днем новых великих открытий.

«Не огромность мира звезд вызывает восхищение, а человек, который измерил его»,— эти слова Блеза Паскаля пережили века и звучат так, будто они принадлежат нашему современнику.

Вторую часть этой книги мы и посвятим истории астрономии, людям, которые первыми проникали в пучины звездного мира.

Глава вторая

НА ПЛЕЧАХ ИСПОЛИНОВ

ОБСЕРВАТОРИЯ КАМЕННОГО ВЕКА

Семь дней недели, семь холмов Рима, семь кругов ада: с незапамятных времен число семь почиталось магическим и священным. Античные философы называли семь чудес света — пирамиды, висячие сады Вавилона, храм Артемиды в Эфесе, статую Зевса Олимпийского, гробницу царя Мавсола, тридцатипятиметровую бронзовую статую Гелиоса и маяк на острове Фаросе близ Александрии. Семь чудес света создавались на протяжении трех тысячелетий, вплоть до III в. до н. э. Они воплотили в себе высшие достижения восточной и эллинской культур — культур наиболее развитых стран древности.

Но древний мир знал и другие уникальные памятники. Покинем жаркие страны Средиземноморья и перенесемся в Англию, на мглистые ветреные берега Ла-Манша.

Мне вспоминается «Собака Баскервилей»: сумрачная, уходящая за горизонт череда торфяных болот, серые однообразные холмы, фантастические ночные видения. «Чем дольше живешь здесь,— пишет в письме Шерлоку Холмсу доктор Уотсон,— тем больше и больше начинает въедаться тебе в душу унылость этих болот... Стоит мне только выйти на них, и я чувствую, что современная Англия остается где-то позади, а вместо нее видишь вокруг лишь следы жилья и трудов доисторического человека. Это давно изчезнувшее племя напоминает о себе повсюду — вот его пещеры, вот могилы, вот огромные каменные глыбы, оставшиеся там, где, по-видимому, были его капища».

Действие повести Конан Дойля происходит на юго-западе Англии, в графстве Девоншир. А совсем неподалеку, на равнине Солсбери в графстве Уилтшир, находится одна из удивительнейших построек конца каменного века, «восьмое чудо света» — Стоунхендж.

Стоунхендж — постройка в форме кольца из вертикально врытых в землю огромных тесаных каменных столбов. Поперечник кольца — 29 *м*. Высота столбов — по три человеческих роста, каждый весит около 25 *т*. Столбы установлены предельно тщательно: смещения их от воображаемой идеальной окружности в среднем лишь ±10 *см*. Сверху кольцо столбов перекрыто горизонтальными плитами.

Внутри кольца выделяются пять узких каменных арок наподобие бойниц. Арки составлены из трех камней: двух вертикаль-

ных и одного горизонтального. Вертикальные опоры арок еще массивнее, чем столбы основного кольца; вес их доходит до 50 *т*. Оба вертикальных камня в каждой арке поставлены тесно. Между ними на уровне глаз остается только щель — человек не может просунуть голову.

В стороне от всего сооружения, в 30 *м* за основным каменным кольцом, установлен особый камень-мушка. Если смотреть из центра Стоунхенджа, то точно над этим камнем восходит Солнце в середине лета, в день летнего солнцестояния.

Помимо использования камней, строители Стоунхенджа провели обширные земляные работы. Каменное кольцо они окружили круглым рвом. Снаружи рва был насыпан земляной вал, а с внутренней стороны — вал двухметровой высоты из толченого мела. Мел на равнине Солсбери добывать легко, меловые пласты залегают здесь прямо у поверхности.

В древности все в целом, можно себе представить, было бесподобным зрелищем — темный каменный монумент и ослепительно сверкающий в солнечных лучах белоснежный меловой вал.

Стоунхендж сохранился частично. Валы с течением времени размывались, ров заплывал, камни падали и их растаскивали на другие постройки. Но и теперь развалины Стоунхенджа производят впечатление величественное и устрашающее.

Стоунхендж систематически обследовался десятками ученых. Совместными усилиями историки, археологи, антропологи, геологи, инженеры-строители и химики воссоздали картину того, как, когда и кем был построен каменный исполин равнины Солсбери. Однако все попытки установить подлинные замыслы строителей — объяснить, зачем был построен Стоунхендж,— оставались безуспешными.

Несколько лет назад руины Стоунхенджа осмотрел астроном. Он был поражен конструкцией внутренних каменных «бойниц». Они так узки, словно древние архитекторы нарочно ограничивали обзор, предлагали увидеть только нечто вполне определенное. «Бойницы» невольно сравнивались с прорезью ружейного прицела. Был в Стоунхендже и камень-мушка. А хороший прицел с прорезью и мушкой — это ли не важнейшая деталь любого угломерного инструмента.

С помощью электронной вычислительной машины астроном рассчитал, какие светила встают в тех точках горизонта, направления на которые отмечены камнями Стоунхенджа. Ответ нашелся быстро — Солнце и Луна. Камни Стоунхенджа указывают на точки восхода и захода Солнца во всех важнейших положениях: в середине лета, в середине зимы, в дни равноденствий. Точно так же отмечены точки восхода и захода Луны.

Древнейшие астрономы еще не могли измерять видимые перемещения светил в любой части небесного свода. Умение измерять положения светил высоко над горизонтом требует подвижных приспособлений, знания системы небесных координат.

Астрономы Стоунхенджа отмечали положения Солнца и Луны только на линии горизонта, в моменты их восходов и заходов. Но и эти неполные сведения имели огромное значение. С их помощью решались важные задачи древней астрономии — счет времени и предсказание затмений.

Стоунхендж строился между 1900 и 1600 гг. до нашей эры: через тысячу лет после постройки египетских пирамид и за несколько столетий до падения гомеровской Трои. По времени сооружение Стоунхенджа совпадает с расцветом крито-микенской культуры, однако знаменитые Львиные ворота в Микенах появились на свет позже Стоунхенджа.

Но откуда же, спросите вы, появились у людей того времени столь разносторонние астрономические знания? Уж не таинственные ли всезнайки — пришельцы с других планет — обучили европейцев каменного века искусству наблюдать светила и предсказывать затмения? Такую возможность решительно отвергают все те, чьими трудами установлено, как, когда и кем был возведен Стоунхендж.

Раскопки показали, что строительство Стоунхенджа прошло три этапа. Сначала взялись за дело люди конца каменного века. Они выкопали ров и насыпали внешний и внутренний валы. В течение десятков лет они закапывали в землю деревянные шесты, отыскивая закономерности в восходах и заходах самых ярких небесных светил — Солнца и Луны.

Через полтора столетия строителей земляного Стоунхенджа сменили люди другой эпохи, которые доставили небольшие камни и установили их двумя концентрическими кругами.

Наконец, в работу включились люди начала бронзового века. Они закрепили положения точек восходов и заходов Луны и Солнца несокрушимыми каменными столбами. Стоунхендж приобрел свой окончательный облик.

Стоунхендж — и обсерватория, и храм. Для примитивных племен каменного и бронзового веков он служил прежде всего величественным символом, местом ритуальных церемоний, устрашающим храмом. Астрономическое значение Стоунхенджа из уст в уста передавалось лишь немногим древним жрецам-друидам. Оно составляло нетленный фундамент их власти среди соплеменников. Но это не имело никакого значения для многочисленных последующих завоевателей. Тайна астрономического назначения Стоунхенджа с течением веков была утеряна.

ИЗ ГЛУБИНЫ ВЕКОВ

Подобно тому как придирчивый художник, камешек за камешком, подбирает величественное мозаичное панно, так по отдельным находкам, по разрозненным фактам восстанавливают вдумчивые историки цельную картину развития астрономических

знаний на протяжении минувших веков. Благодаря расшифровке древних текстов, из анализа особенностей архитектурных памятников и в результате археологических раскопок мы узнаем об астрономических инструментах древности, о способах наблюдений небесных тел, о появлении новых научных идей.

За тысячу лет до нашей эры на Востоке, в верховьях рек Тигра и Евфрата — неподалеку от Ассирии и Вавилона — укрепилось могущественное государство Урарту. Столица царства — «орлиное гнездо» урартов — находилась у озера Ван, на территории современной Турции. А северные рубежи страны, охраняемые гарнизонами многочисленных урартских крепостей, проходили в Закавказье, на территории Советской Армении. Здесь, на берегах Занги, «для устрашения вражеских стран» заложил правитель урартов Аргишти I крепость Эрибуни — пограничную крепость, которая дала начало современной столице Армении Еревану.

До последнего времени Урарту считалось самым древним из государств, возникших некогда на территории нашей Родины. Лишь несколько лет назад на холме Мецамор неподалеку от Еревана армянским археологам удалось обнаружить следы еще более древней культуры. Ниже фундаментов урартских построек археологи открыли центр развитого металлургического производства, возраст которого оценивается в три тысячи лет. А нижние слои мецаморской культуры имеют возраст до пяти тысяч лет.

В ходе дальнейших поисков археологи обратили внимание на группу ступенек и площадок, высеченных в скале в 200 *м* от главного Мецаморского холма. Среди них особый интерес вызвали три «наблюдательные площадки». Все они ориентированы по странам света. На одной из площадок высечены символы звезд. На другой обнаружены ориентирные линии, отмечающие направления на юг, восток и север. Вполне возможно, что такой выдолбленный в камне «угломерный инструмент» служил предкам урартов для самых ранних, простейших астрономических измерений.

Среди сокровищ лучших музеев мира хранятся невзрачные глиняные черепки — осколки великих «халдейских таблиц». Они содержат детальные сведения о движении по небосводу Луны и ярких планет. Сотни лет, совершенствуясь в своем искусстве, вели тщательные астрономические наблюдения халдейские жрецы. Молва об их многогранных астрономических знаниях разнеслась по всему древнему миру.

Достоверные данные о достижениях вавилонской астрономии были получены современной наукой, как водится, довольно неожиданно.

В XIX в. в связи с изучением ассирийского эпоса — поэмы о Гильгамеше среди ученых возник спор, получивший в немецкой литературе название «Бибель унд Бабель» — «Библия и Вави-

лон». Ученые спорили о происхождении Библии, многие эпизоды которой перекликаются с поэмой о Гильгамеше. Поскольку такой вопрос близко затрагивал интересы католической религии, несколько ученых-иезуитов принялись исподволь изучать все имеющиеся материалы о Вавилоне. Среди прочего они копировали многочисленные глиняные таблички, валявшиеся тогда в запасниках музеев без всякого применения.

Дотошные иезуиты старались вникнуть в сущность клинописного письма. Мало-помалу клинопись действительно стала поддаваться расшифровке. Каково же было изумление всего мира, когда многие из табличек оказались глиняными страницами пространных астрономических трактатов.

Значительного расцвета Вавилония достигла в VI в. до н. э. Царь Навуходоносор II застраивает столицу трехэтажными и четырехэтажными домами. Из конца в конец пересекают город широкие прямые улицы. Двойное кольцо высоких кирпичных стен, укрепленных зубчатыми башнями, защищает Вавилон от внезапного вторжения врагов.

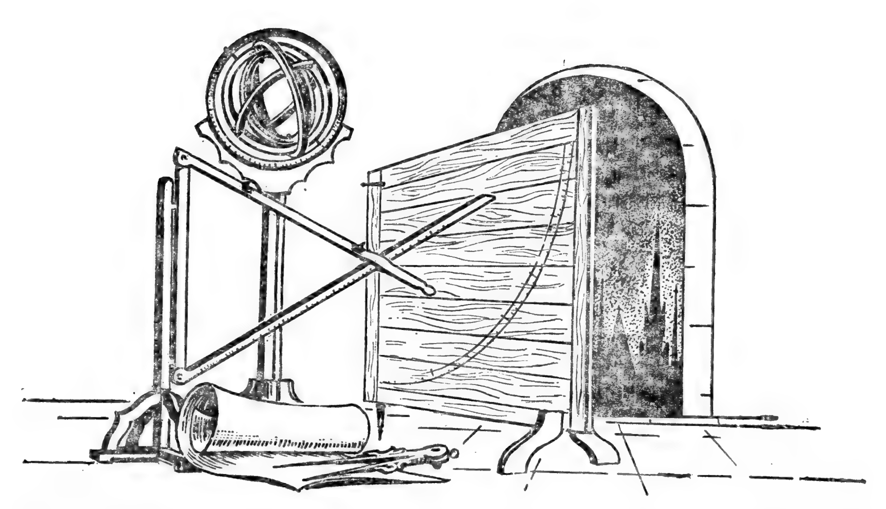
Многоязычный Вавилон восхищал путешественников величием и богатством. Башни при въезде в город сверкали цветной глазурованной облицовкой с рельефными изображениями быков, единорогов и драконов. Издали приковывал внимание дворец Навуходоносора, где взметнулась в небо 90-метровая «вавилонская башня». Там же, несмотря на палящий зной, шумели вечнозеленые «висячие сады» — диковинное инженерное сооружение, включенное в число семи чудес древнего мира.

Сады располагались на уступах очень широкой в основании четырехъярусной башни. Каждый следующий ярус был размером меньше предыдущего. Получался уступ, как бы терраса, где росли деревья редких пород, пальмы, цветы. Каждый ярус строился в виде платформы из огромных каменных плит, опиравшихся на высокие и мощные колонны. Чтобы вода при поливке не просачивалась вниз, платформы заливались «горной смолой» — асфальтом — и дополнительно перекрывались слоями кирпича и свинцовых плиток.

В тени «висячих садов» Вавилона, смертельно больной провел последние дни жизни Александр Македонский.

Возведение столь сложных инженерных сооружений и создание разветвленных ирригационных систем требовало от халдеев незаурядных научных знаний. Писцы и жрецы — опора правителей, избранная каста аристократов, хранители мудрости предков, наиболее образованные люди в государстве — неуклонно занимались математикой и астрономией.

В звучных стихах русского поэта Максимилиана Волошина встают перед нашими глазами образы древних мудрецов с их учением о хрустальном куполе неба, с их армиллярными сферами — угломерными инструментами из нескольких вложенных друг в друга металлических колец, представляющих



Старинные астрономические инструменты, которыми пользовался Николай Коперник: армиллярная сфера, трикветрум и квадрант.

как бы материальное воплощение вращающихся хрустальных небесных сфер:

...Кишело небо звездными зверьми
Над храмами с крылатыми быками.
Стремилось Солнце огненной стезей
По колеям ристалищ Зодиака.
Хрустальные вращались небеса,
И напрягались бронзовые дуги,
И двигались по сложным ободам
Одна в другую вставленные сферы...

Трудно поверить, что в обычной московской школе меня в свое время обучали шестидесятеричной халдейской системе счета. Однако, уверяю вас, это было действительно так. И многие из вас тоже уже успели овладеть этой странной системой. Ведь именно они, халдейские мудрецы, разделили окружность на 360°. Такое деление появилось в результате тщательных наблюдений за перемещением по небу Солнца.

Смещение Солнца на величину его диска, т. е. угол, под которым были бы видны два сложенных рядом солнечных диска, халдеи рассматривали как «один шаг Солнца». Придавая движению Солнца по небу высший смысл, халдеи выделили «шаг Солнца» в качестве основной единицы измерения углов. В дни равноденствия Солнце описывает по небу полуокружность, и в ней укладывается 180 «солнечных шагов». В целой же окружности укладывается 360 «солнечных шагов».

По халдейской системе счета целое делится на 60 частей. Деление градуса на 60 минут, а минуты на 60 секунд — это

и есть применение на практике халдейской шестидесятеричной системы счета.

Халдейские жрецы ввели деление суток на 12 двойных часов, часа — на 60 минут, минуты — на 60 секунд.

Халдейские ученые, по-видимому, первыми из ученых древности отчетливо поняли, что явления природы, подчиняющиеся определенным закономерностям, можно описывать числами. Они первыми, проникая в тайны окружающего мира, взяли на вооружение число и меру.

Впрочем, использование числа и меры как метода научного познания природы привело вскоре к неожиданным мистическим последствиям. У халдеев на протяжении веков зрела мысль, что числа являются сокровенной сущностью вещей, что именно числа управляют миром. Всевозможные математические выкладки стали выполняться в магических целях. Появляются живущие до сих пор представления о «счастливых» и «несчастливых» числах.

Астрономия, наряду с математическими исследованиями, планиметрией и стереометрией, достигла в Вавилоне значительного развития. Обсерваториями для вавилонских жрецов служили храмы. Наблюдения превращались в ритуальные религиозные церемонии. Методы астрономических измерений и их результаты сохранялись в строжайшей тайне.

К началу нашей эры Вавилон утрачивает свое значение торгового центра. Но его давние научные традиции продолжают жить еще долго. Именно к этому периоду заката великого города и относится составление знаменитых халдейских таблиц. Таблицы содержат «предзнаменования» — подробные и очень точные расчеты положений Луны и планет. В лунных таблицах указываются время и место появления первого серпа и время полнолуния. Таблицы сложны, и расшифровать их в XIX в. стоило огромных усилий.

Вавилонские жрецы уделяли пристальное внимание изучению движения Луны и особенностей смены лунных фаз; они достигли в этом большого совершенства. Лунные таблицы содержат также «расписание» затмений. Планетные таблицы дают представление о видимости планет.

Халдейские таблицы составляли огромные библиотеки глиняных плиток. Эти плитки, наравне с драгоценностями, хранились в храмах.

Огромное развитие получила астрономия у коренных жителей американского континента — майя, инков, ацтеков. Храмы ацтеков, опустошенные нашествиями испанских и португальских конкистадоров, доныне хранят многие тайны этой погибшей цивилизации. Большой интерес ученых разных стран вызывают каменные календари ацтеков. Так же как и халдейские таблицы, они свидетельствуют о виртуозном мастерстве, с которым древним жрецам-наблюдателям удавалось измерять и вычислять положения планет.

Стоунхендж, примитивный угломерный инструмент Мецамора, халдейские таблицы, каменные календари ацтеков — их разделяют века и тысячи километров. Но эти памятники давно исчезнувших культур роднит главное: они служили для изучения перемещений по небосклону ярких светил. Они рассказывают нам о первых шагах науки астрономии.

В засушливой Вавилонии и суровой Британии, на Армянском нагорье и в лесах Мексики человек вел тяжкую борьбу за право выжить — с голодом, с эпидемиями, с нашествиями иноплеменных захватчиков. Люди выращивали скот. Люди строили жилища и возделывали землю. Плодородная земля доставляла им продукты питания. Но взоры людей в решающие минуты жизни неизменно обращались к небу. Именно небо посылало благословенный дождь и гибельный ураган. С неба исходили свет и тепло. В небе грохотал гром и метались молнии. Небо служило жилищем богов. Казалось, что изучение звезд рано или поздно приведет к раскрытию всех тайн мира. И ради этого стоило напрягать все физические и духовные силы.

Так, у колыбели астрономии, определились два важнейших стимула для ее развития. Во-первых, астрономические измерения были необходимы для практики. По Солнцу, Луне и звездам ориентировались при длительных путешествиях. По Солнцу, Луне и звездам вели счет времени. Во-вторых, астрономические измерения ложились в фундамент системы идейно-теоретических взглядов общества, формировали мировоззрение людей древнего мира. Наука и религия, подлинные знания и причудливые суеверия шли в ту пору рука об руку, сливались в неделимое целое. В этих условиях древняя астрономия — наука, казалось бы, совершенно неземная — тысячелетиями служила самым что ни на есть земным целям. Она служила опорой могущества властителей мира: царей, халифов, фараонов.

NAVIGARE NECESSE EST

Начнем с главного — с тех постоянных практических нужд, которые заставляли людей древнего мира из поколения в поколение следить за полной звезд бездной ночного неба.

Человек, за редчайшими исключениями, проводит свою сознательную жизнь в кругу других людей. Кто бы он ни был — юноша или умудренный опытом старец, гладиатор или патриций, землепашец или полководец, каждый человек ощущает себя частицей какой-то ячейки общества, членом какого-то коллектива. Точно так же и коллектив людей — будь то рабочие одного цеха или ученики одного класса, жители небольшого селения или граждане могущественного древнего города-государства, любой коллектив постоянно живет в контакте с другими подобными коллективами: они делятся опытом, обмениваются плодами своего труда, соревнуются или, наоборот, враждуют между собой.



Целые народы тоже поддерживают связи с далекими и близкими соседями. Все такие связи — главное условие развития человеческой цивилизации. Они необходимы людям. Они всегда были и всегда будут. И длительные путешествия ученых, и торговля, и поездки послов «к соседам в чуждые пределы» приобретали огромное значение для каждого народа уже на самых ранних этапах его истории. Однако спешит ли посольство из Вавилона в Мемфис, тянется ли по великому шелковому пути торговый караван, или ведет несметную армию на покорение Аттики воинственный царь Дарий,— кто укажет им путь среди бескрайних необжитых просторов степей и пустынь?

Предельно остро такая проблема встает перед мореходами. Тают в дымке очертания родных берегов. Море, море и только море обступает смельчаков со всех сторон. Здесь нет вообще никаких земных ориентиров. И тем не менее, как любили говорить в древнем Риме, navigare necesse est — вести корабль необходимо.

Опыт и накопленные поколениями астрономические знания должны помочь успеху плавания. Словно дорожные знаки на безлюдных морских перекрестках, Солнце, Луна и «путеводные звезды» выведут отважных мореходов к намеченной цели.

Гомер описывает плавание Одиссея. Искусный кормчий, твердо правя рулем, внимательно следит Одиссей за восходами и заходами светил:

...Зорко Плеяд наблюдал он и поздний заход Волопаса,
Также Медведицу — ту, что иначе зовут Колесницей,

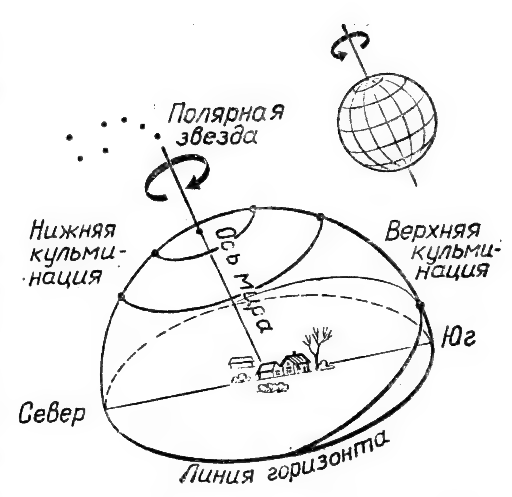
. . . .

С нею Каллипсо, богиня богинь, Одиссею велела
Путь соглашать свой, ее оставляя по левую руку...

Именно так, «соглашая свой путь» со звездами, оставляя их то по левую, то по правую руку, бороздили Средиземноморье финикийцы и греки, египтяне и ромеи. Но для этой цели им

необходимо было сначала разобраться в особенностях видимого перемещения всего звездного свода.

За счет вращения Земли ночное небо — словно гигантский купол с нарисованными на нем причудливыми узорами созвездий — медленно вращается вокруг воображаемой неподвижной оси. Эта ось называется осью мира. Смещения звезд за короткие промежутки времени на глаз незаметны. Но если сравнивать их последовательные положения хотя бы через 20—30 *мин*, то вращение небесного свода становится совершенно очевидным.



Наблюдаемое движение светил по небесной сфере в течение суток.

Поскольку видимое вращение небесного свода вызвано на деле суточным вращением Земли, то ось мира для наблюдателя в любой точке поверхности всегда остается параллельной оси вращения Земли.

На небе можно отыскать как бы два «конца» воображаемой оси мира — те две неподвижные точки, вокруг которых и вращаются все звезды. Одна из этих точек видна лишь в северном полушарии Земли и зовется северным полюсом мира. Другая неподвижная точка неба видна только в южном полушарии. Она называется южным полюсом мира. Вблизи от южного полюса мира никаких ярких звезд нет. Поэтому найти его положение на небе неопытному наблюдателю затруднительно. А вблизи от северного полюса мира заметная звезда оказалась. Ее назвали *Полярной* звездой.

Итак, представим себе древнего исследователя, наблюдающего за звездным небом в средних широтах северного полушария Земли.

Часть звезд — те из них, которые находятся высоко над головой поблизости от Полярной,— видны на небе в любую ясную ночь. Они кружатся по небу, но никогда не заходят за горизонт. Это так называемые незаходящие звезды. Однако большинство звезд, подобно Солнцу, восходит и заходит.

Звезды восходят в восточной стороне горизонта. Затем они медленно поднимаются все выше и выше. В некоторой точке они достигают максимальной высоты над горизонтом, после чего начинают столь же медленно спускаться вниз.

В положенное время вследствие того же вращения всего небесного свода из-под горизонта появляется Солнце. Наступает утро. Толща земной атмосферы рассеивает солнечные лучи, и небо становится голубым. Свет звезд теряется на ярком фоне дневного неба. Но вращение небесного свода, естественно, продолжается. Мы видим, как движется Солнце; другие звезды также продолжают восходить и заходить, только днем эти явления невооруженным глазом не наблюдаются.

Поведение Солнца в его суточном вращении в точности повторяет поведение звезд. Вставая утром, Солнце начинает набирать высоту. В истинный полдень высота его максимальна, а во второй половине дня оно клонится все ниже и ниже к горизонту.

Внимательный исследователь должен заметить, что и звезды, и Солнце достигают наибольшей высоты, проходя через одну и ту же воображаемую линию на небосводе. Пересечение этой воображаемой линии с линией горизонта с давних пор получило название точки юга. А прохождение светила через эту линию названо в астрономии *верхней кульминацией светила*.

Когда же звезды и Солнце проходят через противоположную часть этой линии, высота их минимальна; тогда они находятся в *нижней кульминации*. В средних широтах нижняя кульминация Солнца не видна, здесь в это время наступает ночь. Наблюдать ее можно лишь за Полярным кругом во время полярного дня. Нижняя кульминация светил происходит в северной части неба. Точкой севера называют ту точку горизонта, которая противоположна точке юга.

Помимо суточного вращения вокруг собственной оси, Земля обращается еще вокруг Солнца. Один оборот по орбите вокруг Солнца она делает за год. Отражением годового движения Земли является так называемое *собственное движение* Солнца.

Мы все время подчеркиваем, что звездное небо вращается как единое целое,— как если бы созвездия были нарисованы на небесном своде. А положение Солнца, в отличие от положений звезд, не остается одним и тем же. Солнце собственным движением переходит из одного созвездия в другое. Мы уже говорили, что созвездия, по которым движется Солнце, называются зодиакальными. Их 12, и в пределах каждого из зодиакальных созвездий Солнце находится примерно по месяцу. Линия, по которой происходит видимое перемещение Солнца среди звезд, называется *эклиптикой*.

За год, двигаясь против часовой стрелки с запада на восток, Солнце совершает полный круг по зодиакальным созвездиям, и вся картина начинает повторяться в прежнем порядке.

Как следует из всего сказанного, видимые движения звезд и Солнца на небе несколько различаются. Звезды вращаются

только вместе со всем небесным сводом. А Солнце не только изо дня в день вращается вместе со звездами, но одновременно еще и сдвигается относительно звезд с запада на восток.

Рассмотрим такой случай. Пусть в какой-то день центр Солнца в момент верхней кульминации точно совпадает с определенной звездой. Конечно, увидеть этого нельзя, поскольку, во-первых, из-за яркости неба звезды вблизи Солнца совершенно не видны, и, во-вторых, будучи гораздо ближе к Земле, чем звезды, Солнце попросту загораживает собой звезды. Однако мысленно представить себе всю эту картину можно.

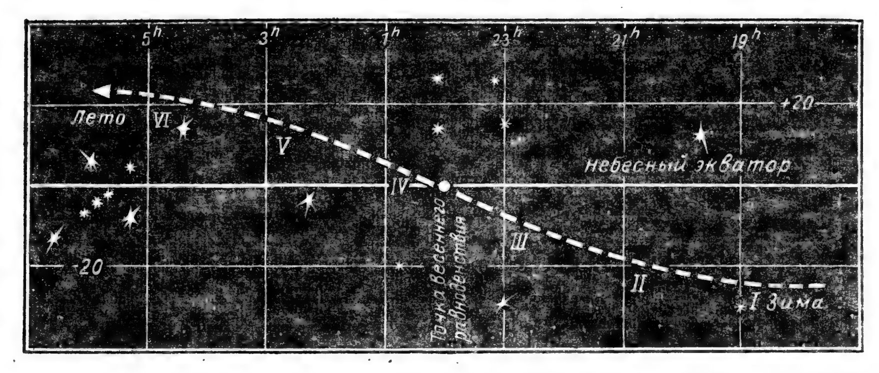
Итак, пусть, для примера, центр Солнца в момент верхней кульминации совпадает со звездой Регул из созвездия Льва. Пройдет около 23 часов 56 минут, и, двигаясь по небу слева направо, с востока на запад, сделав один полный круг по небесной сфере, Регул вновь попадает в положение верхней кульминации. Но Солнце тем временем, двигаясь собственным движением, успеет отойти чуть влево, к востоку от того положения, которое оно занимало накануне. И верхняя кульминация Солнца произойдет примерно на 4 минуты позже верхней кульминации Регула.

На следующий день Солнце отстанет от Регула уже на 8 минут, еще через день на 12, и разница с каждым днем будет все накапливаться и накапливаться.

Но ведь распорядок жизни на Земле связан вовсе не с движением звезд, а с движением Солнца. От Солнца зависит смена дня и ночи. Основная природная единица времени — сутки. Сутками мы называем период одного оборота Солнца на небе, скажем, промежуток времени между его двумя последовательными верхними кульминациями, от полудня до полудня. Вот и получается, что для земного наблюдателя не Солнце опаздывает относительно звезд, а звезды торопятся, с каждым днем в своем вращении все больше и больше опережая Солнце. Ночь от ночи одна и та же звезда восходит раньше, раньше кульминирует и раньше заходит.

Выглядит это таким образом. Созвездие Орион, например, в декабре восходит с вечера, кульминирует в полночь и заходит под утро. К февралю оно восходит уже на 4 часа раньше, когда Солнце еще не успело сесть. С наступлением сумерек мы застаем его в верхней кульминации, и к полуночи Орион заходит. А в апреле с наступлением сумерек Орион виден лишь очень низко на западе,— он сразу же заходит.

В следующие месяцы Орион все время оказывается на дневной стороне звездного неба, и наблюдать его вплоть до августа нельзя. В августе Орион встает утром, незадолго перед восходом Солнца. Наблюдать его можно лишь очень непродолжительное время. День ото дня Орион начинает восходить раньше, и продолжительность его видимости неуклонно увеличивается. В октябре он восходит в полночь, а к декабрю, как мы уже



Собственное движение Солнца среди звезд. Плоскость эклиптики наклонена к плоскости небесного экватора на 23°,5. В середине лета в северном полушарии — в день летнего солнцестояния — Солнце находится на 23°,5 выше плоскости небесного экватора. В дни весеннего и осеннего равноденствий оно пересекает небесный экватор. В день зимнего солнцестояния Солнце находится на 23°,5 ниже небесного экватора.

описывали, восход Ориона приходится на вечер, и это красивейшее созвездие наблюдается на протяжении всей ночи.

Вот мы и разобрались в простейших особенностях видимого перемещения звезд.

Незаходящие, околополярные звезды видны на небе на протяжении всего года. Для остальных звезд, которые восходят из-за горизонта и заходят за горизонт, в течение года чередуются периоды видимости и невидимости. В зависимости от времени года, на которое приходятся периоды их лучшей видимости, различаются созвездия весенние, летние, осенние и зимние. Орион — характерное зимнее созвездие.

Теперь нам осталось разобраться в особенностях поведения Солнца при переходе от сезона к сезону.

Установим на штативе фотоаппарат и направим его ночью на область неба вблизи полюса мира. Оставим затвор фотоаппарата открытым в течение двух-трех часов. Вследствие своего движения звезды прочертят на фотопленке следы — это будут круги, по которым они вращаются вокруг полюса мира. Такие круги называются суточными параллелями звезд.

Суточные параллели, как они видны на фотографии, имеют общий центр — полюс мира. Это концентрические окружности. Любая звезда, независимо от того, видна она на небе или теряется в солнечных лучах, всегда движется только по своей суточной параллели — она всегда остается на одном и том же расстоянии от полюса мира.

Солнце ведет себя иначе. Эклиптика — дорога Солнца среди звезд, по которой оно перемещается в течение года,— наклонена по отношению к суточным параллелям. Летом Солнце забирается в самую высокую над нашим горизонтом часть эклипти-

ки — подходит ближе всего к северному полюсу мира. Поэтому в высоких широтах северного полушария при суточном вращении всего небесного свода Солнце ведет себя как незаходящая звезда. Там начинается полярный день. А в средних широтах в этот период Солнце рано восходит и поздно заходит. Светлое время суток длится долго, ночь короткая.

Если бы Солнце не имело собственного движения, то такое положение вещей оставалось бы вечным. Однако Солнце мало-помалу начинает спускаться по эклиптике все дальше и дальше от северного полюса мира. Наступает осень. В день осеннего равноденствия Солнце находится на равном расстоянии и от северного, и от южного полюса мира. В этот период продолжительность светлого и темного времени суток сравнивается.

Зимой Солнце спускается в самую низкую по отношению к нам часть эклиптики. Поэтому в своем суточном вращении оно поздно восходит и рано заходит. А в высоких широтах северного полушария Земли его в такой период и вовсе не бывает видно.

ПАРАЛЛЕЛИ И МЕРИДИАНЫ

В IV в. до н. э. величайший мыслитель древности Аристотель доказал, что наша планета имеет форму, очень близкую к форме шара.

Примерно в то же время, наблюдая во время путешествий в различных местах видимое движение звезд и Солнца, древние ученые установили для ориентировки на земной поверхности определенные условные линии.

Отправимся в мысленное путешествие по поверхности Земли. Положение над горизонтом воображаемой оси мира, вокруг которой происходит суточное вращение небесного свода, будет для нас все время меняться. В соответствии с этим будет меняться и картина движения звездного неба.

Поехав на север, мы увидим, что звезды в южной части неба поднимаются каждую ночь на меньшую высоту. А звезды в северной части — в нижней кульминации — имеют бо́льшую высоту. Двигаясь достаточно долго, мы попадем на Северный полюс. Здесь вообще ни одна звезда не поднимается и не опускается. Нам будет казаться, что все небо медленно кружится параллельно горизонту.

Древние путешественники не знали, что видимое движение звезд является отражением вращения Земли. И они не бывали на полюсе. Но им необходимо было иметь ориентир на земной поверхности. И они выбрали для этой цели легко определяемую по звездам линию север — юг. Эта линия получила название *меридиана*.

Меридианы можно проводить через любые точки на поверхности Земли. Множество меридианов образует систему

воображаемых линий, соединяющих Северный и Южный полюсы Земли, которые удобно использовать для определения местоположения.

Примем один из меридианов за н а ч а л ь н ы й. Положение любого другого меридиана в этом случае будет известно, если указано направление отсчета и задан двугранный угол между искомым меридианом и начальным.

В настоящее время по международному соглашению условились считать начальным тот меридиан, который проходит через одну из старейших в мире астрономических обсерваторий — Гринвичскую обсерваторию, расположенную на окраине Лондона. Угол, образованный каким-либо меридианом с начальным, называют д о л г о т о й. Долгота, например, меридиана Москвы 37° к востоку от Гринвича.

Чтобы отличить друг от друга точки, лежащие на одном и том же меридиане, пришлось ввести вторую географическую координату — широту. Ш и р о т о й называют угол, который проведенная в данном месте поверхности Земли отвесная линия образует с плоскостью экватора.

Термины д о л г о т а и ш и р о т а дошли до нас от древних мореходов, которые описывали длину и ширину Средиземного моря. Та координата, которая соответствовала измерениям длины Средиземного моря, стала долготой, а та, которая соответствовала ширине, стала современной широтой.

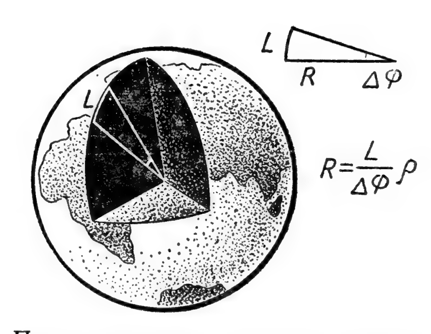
[redacted]

Высота полюса мира над горизонтом равна широте места наблюдений.

Нахождение широты, как и определение направления меридиана, тесно связано с движением звезд. Уже древние астрономы доказали, что высота полюса мира над горизонтом в точности равна широте места.

Предположим, что Земля имеет форму правильного шара, и рассечем ее по одному из меридианов, как на рисунке. Пусть на Северном полюсе стоит человек, изображенный на рисунке в виде светлой фигуры. Для него направление вверх, т. е. направление отвесной линии, совпадает с осью мира. Полюс мира находится у него прямо над головой. Высота полюса мира равна здесь 90°.

Так как видимое вращение звезд вокруг оси мира является отражением реального вращения Земли, то в любой точке Земли, как мы уже знаем, направление оси мира остается параллельным направлению оси вращения Земли. Направление же отвесной линии при переходе из точки в точку меняется.



Принцип определения радиуса Земли. Коэффициент ρ в формуле служит для перехода от градусной меры к радианной.

Возьмем, например, другого человека (на рисунке — темная фигура). Направление оси мира у него осталось таким же, как и у первого. А направление отвесной линии изменилось. Поэтому высота полюса мира над горизонтом здесь не 90°, а значительно меньше.

Из простых геометрических соображений ясно, что высота полюса мира над горизонтом (на рисунке угол h) действительно равна широте (угол φ).

Линия, соединяющая точки с одинаковыми широтами, получила название п а р а л л е л и.

Меридианы и параллели образуют так называемую с и с т е м у г е о г р а ф и ч е с к и х к о о р д и н а т. Каждая точка на земной поверхности имеет вполне определенную долготу и широту. И наоборот, если известна широта и долгота, то можно построить одну параллель и один меридиан, в пересечении которых получится одна единственная точка.

Понимание особенностей суточного движения звезд и введение системы географических координат позволили осуществить первое определение радиуса Земли. Оно было выполнено во второй половине III в. до н. э. известным математиком и географом Эратосфеном.

Принцип этого определения заключается в следующем. Пусть удалось измерить разность широт двух точек, лежащих на одном меридиане (см. рис.). Тем самым нам стал известен угол $\Delta\varphi$ с вершиной в центре Земли, который соответствует дуге меридиана L на поверхности Земли. Если теперь удастся измерить также и дугу L, то мы получим сектор с известной длиной дуги и соответствующим ей центральным углом. На рисунке этот сектор показан отдельно. Путем несложных вычислений можно получить величину радиуса этого сектора, который и является радиусом Земли.

Эратосфен, грек по национальности, жил в богатом египетском городе Александрии. К югу от Александрии находился другой город — Сиена, который в наши дни называется Асуаном и где, как известно, с помощью Советского Союза сооруже-



на знаменитая высотная плотина. Эратосфен знал, что Сиена обладает интересной особенностью. В полдень одного из июньских дней Солнце над Сиеной бывает настолько высоко, что его отражение видно на дне даже очень глубоких колодцев. Отсюда Эратосфен заключил, что высота Солнца в Сиене в этот день равна точно 90°. Кроме того, раз Сиена лежит строго к югу от Александрии, то они находятся на одном меридиане.

Для необычного измерения Эратосфен решил воспользоваться скафисом — чашеобразными солнечными часами со штырьком и делениями внутри них. Установленные вертикально, эти солнечные часы по тени от штырька дают возможность измерить высоту Солнца над горизонтом. И в полдень того самого дня, когда Солнце над Сиеной поднялось настолько высоко, что все предметы перестали отбрасывать тени, Эратосфен измерил его высоту на городской площади Александрии. Высота Солнца в Александрии, по измерениям Эратосфена, оказалась равной 82° 48′. Стало быть, разность широт Александрии и Сиены составляет 90° 00′ — 82° 48′ = 7° 12′.

Оставалось измерить расстояние между ними. Но как это сделать? Как измерить на поверхности Земли расстояние, равное в современных единицах примерно 800 *км*?

Трудности подобного предприятия были тогда буквально неисчислимы.

Действительно, как изготовить такую гигантскую линейку, с помощью которой можно было бы произвести измерения? Как сделать, чтобы на протяжении 800 *км* эта линейка укладывалась строго по меридиану, без всяких перекосов?

Необходимые данные о расстоянии между городами пришлось взять из рассказов купцов, водивших торговые караваны из Александрии в Сиену. Купцы говорили, что расстояние между ними составляет примерно 5000 греческих стадиев. Эратосфен

принял это значение за истинное и, использовав его, вычислил величину радиуса Земли.

Если сравнить полученную Эратосфеном величину с современными данными, то получится, что он ошибся относительно немного — всего только на 100 *км*.

Так, с III в. до н. э., со времени Эратосфена, переплелись пути астрономии и геодезии — другой древней науки, изучающей форму и размеры как всей Земли в целом, так и отдельных ее частей.

Методы астрономических определений широт развивались и совершенствовались. Это было особенно важно, в частности, именно в связи с необходимостью более тщательного определения размера Земли. Ибо, начиная с того же Эратосфена, было уяснено, что задача определения размера Земли распадается на две части: астрономическую, т. е. определение разности широт, и геодезическую, т. е. определение длины дуги меридиана. Эратосфен сумел решить астрономическую часть задачи, и принципиально тем же путем шли многочисленные его последователи.

Мы еще будем иметь случай рассказать о более точных измерениях размера Земли, а пока, освоившись с определением широт, займемся делом значительно более сложным — определением географических долгот.

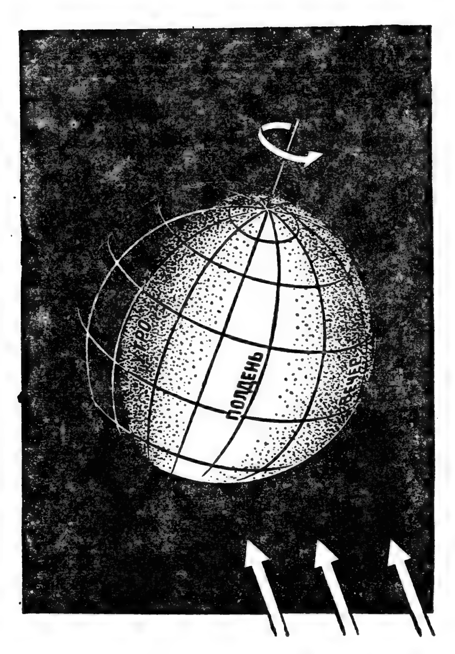
У КАЖДОГО СВОЕ ВРЕМЯ

Картина ежедневного видимого перемещения Солнца по небосводу нам уже знакома и понятна. Солнце восходит, поднимается над горизонтом, достигает верхней кульминации, спускается и заходит. Счет времени в пределах суток у всех народов всегда был связан с этим видимым перемещением нашего главного светила. Солнце восходит — в данном месте наступает утро, Солнце клонится к горизонту — в данном месте близится вечер. Момент верхней кульминации Солнца — это истинная середина дня. Мы называем этот момент *местным полднем*.

Такая картина наблюдается в любой точке земного шара[1]. Где бы в средних широтах вы ни находились — в Москве, в Хабаровске или, допустим, в Рио-де-Жанейро, повсюду Солнце рано или поздно в своем суточном движении достигнет наибольшей высоты. Такой момент будет отмечать истинную середину дня. Для данной точки земного шара это будет местный полдень.

---

[1] Исключение составляют районы, прилегающие к Северному и Южному полюсам Земли; сущность видимого перемещения Солнца по небосводу там остается точно такой же, как и в любом другом месте, но внешне картина выглядит несколько иначе — в этих районах чередуются летний полярный день и зимняя полярная ночь. Чтобы излишне не усложнять объяснение, мы этих особенностей касаться в дальнейшем не будем.



Наступление местного полдня в различных точках поверхности Земли.

Но оглянемся теперь на нашу Землю из глубин межпланетного пространства. Мы тотчас обнаружим, что полдень наступает в разных местах Земли отнюдь не в один и тот же момент времени. Одна половина планеты освещена Солнцем, но на другой половине земного шара Солнца вовсе не видно — там царит ночь. На освещенной половине Земли время суток в различных местах тоже различно. Вблизи одного края, где Солнце только что взошло, недавно наступило утро. А вблизи противоположной границы освещенной и темной частей Земли Солнце вот-вот скроется — там уже готовятся к приходу ночи.

Напрашивается важный вывод: часы, идущие по местному времени, которое можно определять и по движению Солнца, и по движению звезд, в различных частях земного шара одновременно показывают различное время. *Местное время зависит от расположения точки наблюдения на земной поверхности.*

Рассмотрим теперь такую геометрическую схему. Через три точки, как известно, всегда можно провести плоскость, и притом только одну. Представим себе плоскость, проходящую через оба полюса Земли, Северный и Южный, и через центр Солнца. Наша «солнечная» плоскость рассечет поверхность Земли по кругу. Поскольку в рассматриваемой плоскости лежат оба полюса Земли, то в ней же лежит и ось вращения Земли, а следовательно, круг, по которому наша плоскость рассекает поверхность Земли, есть не что иное, как плоскость одного из меридианов. Этот меридиан проходит как раз посередине освещенной Солнцем половины Земли. Только на этом меридиане — и нигде больше — наступил сейчас по местному времени истинный полдень.

Конечно же, в разных частях этого меридиана высота Солнца над горизонтом в рассматриваемый нами момент различна. Но существенно важно то, что в каждой точке нашего меридиана Солнце кульминирует. Оно поднялось на самую большую для каждой из точек этого меридиана высоту. Здесь повсюду на-

ступил момент верхней кульминации Солнца — середина дня, местный полдень[1]. Так мы установили, что местное время не зависит от широты места наблюдений. Оно одинаково на одном и том же меридиане и меняется только в зависимости от долготы, при переходе от меридиана к меридиану.

Ось вращения Земли постоянно остается в выбранной нами «солнечной» плоскости. А Земля продолжает вращаться вокруг своей оси. И в нашу «солнечную» плоскость непрерывно попадают новые и новые меридианы. И какой бы меридиан ни повернулся теперь навстречу Солнцу, именно в этот момент наступает на нем местный полдень.

Земля сделает полный оборот вокруг своей оси на 360° за сутки, за 24 часа. За то же время местный полдень «обойдет» всю поверхность Земли. Отсюда легко подсчитать, с какой скоростью «движется» местный полдень от меридиана к меридиану.

За один час Земля повернется на 15°. Таким образом, если два пункта лежат на меридианах, отстоящих друг от друга ровно на 15°, то разница в местном времени составит для них ровно 1 час. Угол между меридианами, как мы уже говорили, это и есть разность долгот. И если мы научимся определять разность местных времен двух точек, то тем самым мы научимся определять и разность их долгот.

Именно таким образом астрономы и поступают. Они определяют разности местных времен заданных пунктов в одни и те же физические моменты времени и переводят разности времен в разности долгот. Астрономы так привыкли к этим переводам, что научились считать углы и обычным образом, в градусах, и в часах. Вот как это получается:

24 часа — 360 градусов,
1 час — 15 градусов.

Дальше надо быть осторожным, поскольку названия «минута» и «секунда» относятся и к долям часа, и к долям градуса. Поэтому во избежание путаницы надо указывать «минута времени» или «минута дуги», «секунда времени» или «секунда дуги»:

1 минута времени (1^m) = 15 минутам дуги ($15'$);
1 секунда времени (1^s) = 15 секундам дуги ($15''$).

Астроном нисколько не удивится, если прочтет, что разность долгот Москвы и Лондона составляет около 2 часов 28 минут ($2^h\ 28^m$). Это равносильно тому, что написать: разность долгот Москвы и Лондона составляет около 37°.

---

[1] Мы по-прежнему упрощаем объяснение и не принимаем во внимание ситуацию у полюсов; в период полярного дня на маленьком отрезке меридиана у полюса Солнце в описанном нами положении может находиться не в верхней, а в нижней кульминации. Такой момент является формально истинной полночью, хотя Солнце при этом и не заходит за горизонт.

Итак, местное время одинаково только на одном и том же меридиане. А на любой линии равных широт — параллели — каждая точка имеет свое собственное время. Но пользоваться в каждой точке Земли собственным временем для практической жизни совершенно неприемлемо.

До тех пор пока люди передвигались по поверхности Земли в запряженных лошадьми дилижансах или на тихоходных судах, неудобства пользования различными временами были еще не чересчур разительными. В конце концов, каждый город и каждый порт мог позволить себе роскошь иметь собственное время. Но с развитием культурных и экономических связей, особенно с началом строительства протяженных железнодорожных магистралей, положение резко обострилось. Путались путешественники, путалась почта, путалось железнодорожное расписание.

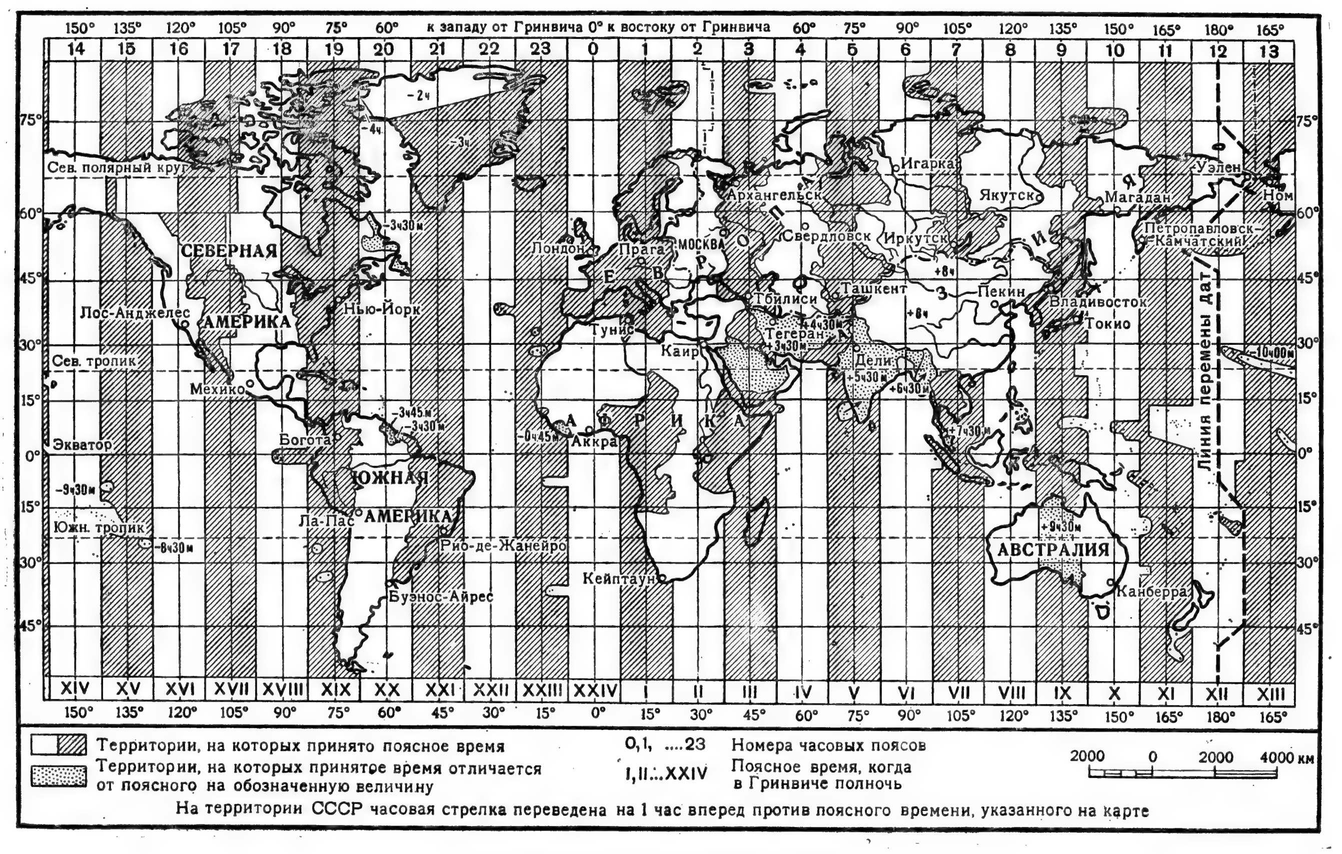
Возникла мысль регулировать работу промышленности и движение транспорта по времени столицы. И вообще строить всю жизнь страны по единому времени. Но и это оказалось практически невозможным. В такой протяженной по долготе стране, как, например, Россия, разница во времени между городами Дальнего Востока, Сибири и Европейской части страны достигает многих часов. Что же получилось бы, если часы где-нибудь в Хабаровске показывали полночь, а на самом деле там давным-давно наступило утро? Нет, единое время для больших стран тоже, очевидно, не годилось.

Остроумный выход предложил во второй половине прошлого века канадский инженер-железнодорожник Флеминг. Он придумал так называемое поясное время. Идея Флеминга нашла широкую поддержку, и поясное время применяется теперь повсюду на земном шаре.

Поверхность Земли разбита по меридианам на 24 пояса: ширина каждого из них примерно равна 15° по долготе. В пределах каждого пояса время считается общим, а от пояса к поясу оно различается ровно на час. Таким образом, минутные и секундные стрелки часов на всем земном шаре должны показывать строго одно и то же; отличаются всегда только показания часовых стрелок.

В СССР поясное время было введено в 1919 г. декретом Совета Народных Комиссаров «в целях установления однообразного со всем цивилизованным миром счета времени в течение суток, обусловливающего на всем земном шаре одни и те же показания часов в минутах и секундах и значительно упрощающего регистрацию взаимоотношений народов, общественных событий и большинства явлений природы во времени».

В целях удобства границы часовых поясов не проводят строго по меридианам, а совмещают с границами государств, административными границами, водными рубежами, горными хребтами.



Карта часовых поясов земного шара.

Посередине нулевого часового пояса проходит Гринвичский меридиан. Он был принят за начальный отсчетный меридиан для земного шара на астрономической конференции в Вашингтоне в 1884 г. Нулевой пояс должен жить по гринвичскому времени.

Западная Европа попадает в первый часовой пояс. Время этого пояса называют среднеевропейским. Но, как мы оговаривались, границы часовых поясов очень условны. В 1968 г. английское правительство, чтобы подчеркнуть общность интересов Англии и Европы, отказалось от гринвичского времени и ввело на территории страны время среднеевропейское.

Европейская часть СССР живет по московскому времени — так называется время второго часового пояса. Но не следует упускать из виду, что московское время отличается от среднеевропейского не на один час, а на два. Связано это с тем, что с 16 июня 1930 г. на территории СССР (исключая Татарскую АССР) введено так называемое декретное время. Декретом Совнаркома поясное время в нашей стране было увеличено ровно на один час. Введение декретного времени способствовало экономии электроэнергии.

Декретное время применяется в очень многих странах. Зачастую его вводят декретом только на летний период. Тогда о нем говорят — «летнее время». А зимой страна вновь переходит на обычное поясное время. Такая система существовала во Франции, Англии, Швейцарии и других странах. Практиковался временный перевод стрелок на час вперед и в нашей стране. «Летнее время» использовалось в период с 20 апреля по 20 сентября. Однако осенью 1930 г. обратного перевода стрелок от «летнего времени» к «зимнему» не произошло. Наша страна стала постоянно жить по декретному времени.

Переходят на круглогодичное пользование декретным временем и другие страны. С 1940 г. оно было введено во Франции, с 1968 г.— в Англии.

На территорию СССР приходятся часовые пояса со второго по двенадцатый. В связи с ростом экономики и новым территориальным делением страны границы часовых поясов время от времени уточняются. Так, они были несколько изменены в 1956 г.

По государственной границе СССР в Беринговом проливе, между мысом Уэлен и Аляской, проходит *линия перемены дат*.

Вопрос о смене дат, о приходе на Землю нового дня многие века не имел ясного решения.

Впервые великое «волнение умов» из-за счета времени возникло в XVI в. в связи с завершением кругосветного плавания «Виктории» — единственной из 5 каравелл Фернана Магеллана.

В 1522 г., после 3 лет скитаний, 18 уцелевших участников экспедиции Магеллана добираются до островов Зеленого Мыса. И здесь Антонио Пигафетта — прилежный летописец плавания —

обнаруживает таинственную пропажу. Из года в год он и кормчий Альво независимо друг от друга вели на корабле счет дням. Возможность просчета была совершенно исключена. Однако на «Виктории» — среда, хотя в Европе уже наступил четверг. Радость возвращения к родным берегам оборачивается для моряков неожиданным горем. Они «ошиблись» в счете дней и, следовательно, спутали все церковные праздники. Обогнув земной шар с востока на запад, спутники Магеллана «потеряли» ровно одни сутки.

Аналогичную ситуацию использовал впоследствии Жюль Верн. Действие романа «Вокруг света в 80 дней» достигает максимального напряжения. Главный герой, оригинал из Реформклуба Филеас Фогг, эсквайр, возвращается в Лондон с опозданием на пять минут. Он уверен, что проиграл пари, и удрученный отправляется домой. Но он забыл, что ехал с запада на восток, навстречу восходящему Солнцу. Каждый день он встречал восход Солнца на несколько минут раньше, чем если бы он оставался на месте, и в результате Фогг привез с собой субботу, хотя в Лондоне была еще пятница. Роман имеет счастливый конец.

Астрономы не только разделили Землю на часовые пояса, но и установили строгую линию перемены дат. Она проходит по Тихому океану между двенадцатым и тринадцатым часовыми поясами. Эта граница, конечно, условна. Но по международной договоренности именно здесь начинается новый день. Только здесь и нигде больше на земном шаре можно, сделав один шаг, перебраться из сегодня во вчера.

ВРЕМЯ ВЕЗУТ В КАРЕТЕ

Представление о географической долготе пунктов земной поверхности, наряду с понятием о географической широте, вошло в обиход с глубокой древности. Однако широта вычислялась из астрономических наблюдений сравнительно просто. Определение разности широт умел выполнить уже Эратосфен. С определением же долготы в течение многих столетий дело обстояло из рук вон плохо.

Только из астрономических измерений, без привлечения каких-либо дополнительных сведений, долготу не умели определять ни в античной древности, ни в средние века. С этим обстоятельством связано, в частности, величайшее заблуждение Христофора Колумба.

Готовясь пересечь «море Мрака» и добраться до берегов Индии западным путем, Колумб принял радиус Земли гораздо более коротким, чем в действительности. Колумб пользовался очень точным арабским измерением радиуса Земли, выраженным в милях. Но он не учел, что современная ему миля была на 20% короче той, которой за шесть с половиной веков до него

пользовались арабы. Рассчитывая дальность предстоящего плавания, Колумб тем самым сильно «сократил» свой путь. И, достигнув в октябре 1492 г. Багамских островов, он был глубоко убежден, что находится уже подле берегов Азиатского континента. Недаром вновь открытые земли Колумб назвал Вест-Индией — Западной Индией. Это название, наряду с именем коренных жителей Америки, которых по тем же причинам окрестили индейцами, сохранилось в географической литературе до наших дней.

Заблуждение Колумба не рассеялось до конца жизни. Организовав четыре экспедиции к берегам Америки, он был по-прежнему убежден, что плавает где-то вблизи оконечности Азии.

Неведение великого мореплавателя всецело зависело от погрешностей средневековых карт и неумения точно определить географическую долготу. Широта могла вычисляться им из астрономических наблюдений. А долгота оценивалась в первую очередь по пройденному кораблем пути. Но поскольку радиус Земли был принят Колумбом сильно уменьшенным, то и вычисленные долготы совершенно не соответствовали истине.

Умей Колумб выполнить независимое от карты и побочных навигационных соображений определение географической долготы, он тотчас бы установил, что уплыл не так уж далеко от берегов Европы. В своих плаваниях он ни разу не заходил дальше 85° западной долготы.

Как мы уже выяснили, географическая долгота определяется астрономически как разность местного времени данного пункта



Ori. * * ○ * Occ.

Юпитер и его спутники по зарисовке Галилея 7 января 1610 г. (из книги «Звездный вестник»).

и местного времени исходного, принятого за нулевой, меридиана. Для определения долготы следует наблюдать какие-либо астрономические явления, которые происходят практически одновременно на обширных территориях земной поверхности.

Выполняется это так. Астрономы, работающие на нулевом меридиане, пользуясь многолетними рядами наблюдений, предвычисляют те моменты, в которые нужное явление происходит по местному времени нулевого меридиана. Эти предвычисления публикуются в специальных таблицах. В дальнейшем астроном-мореплаватель или астроном-путешественник из своих измерений устанавливает тот момент местного времени, когда ожидаемое явление произошло в пункте наблюдений. Результат сравнивается с данными таблицы.

Поскольку выбранное для наблюдений явление должно происходить одновременно для всех частей Земли, то разность местного времени в походном пункте наблюдений и местного времени, указанного в таблице для нулевого меридиана, строго соответствует разности долгот.

Для цели определения долгот описанным методом более или менее подходят, например, лунные затмения. Они наблюдаются на той половине земного шара, где в этот период видна Луна. Но лунные затмения слишком редки. Дожидаться их пришлось бы месяцами. А для нужд, например, того же кораблевождения требовалось подыскать явления, которые случались бы по возможности часто, желательно даже каждый день.

Галилей, обнаруживший в телескоп 4 ярких спутника Юпитера, предложил использовать для определения долгот затмения именно этих светил. Когда спутник заходит за край Юпитера или уходит в тень планеты, он исчезает из виду, «гаснет». Затмения спутников Юпитера происходят часто, едва ли не по нескольку раз в сутки.

Предложением Галилея всерьез заинтересовались Генеральные штаты Голландии. Они вели по этому вопросу с Галилеем особые переговоры. Но такой метод не сразу нашел применение из-за низкого качества первоначально составленных таблиц.

И лунные затмения, и затмения спутников Юпитера, и наблюдения движения Луны среди звезд давали в руки астрономов средство определения долгот. Но ученые не отступали в поисках еще более надежных и точных методов. Они видели самый перспективный путь решения задачи в «транспортировке» времени.

Предположим, что вы находитесь на нулевом меридиане. Здесь, в обсерватории, имеется возможность поставить часы

точно по местному времени нулевого меридиана. Затем вы отправляетесь в далекое путешествие, причем ваши часы продолжают показывать местное время нулевого меридиана. Достигнув пункта назначения, вы выполняете астрономическое определение местного времени. Сравнение результата с показанием часов сразу же дает вам значение долготы.

Такой метод очень прост и изящен, если только ваши часы способны надежно хранить время нулевого меридиана. Ошибки же в показаниях часов очень заметно сказываются на точности определения долгот. Так, если вы движетесь вдоль экватора, ошибка во времени всего в 1^m приводит к неточности определения местоположения на поверхности Земли почти в 30 *км*. А если, к несчастью, из-за шторма или от жары за долгие месяцы плавания ваши часы то ли отстанут, то ли убегут вперед, скажем, на час, то ошибка в определении долготы составит уже 15°. Это значит, что ошибка определения вашего местоположения на поверхности Земли превысит 1500 *км*.

Итак, для точного определения долгот нужны первоклассные часы — хранители точного времени.

Конечно же, часы находились в распоряжении астрономов с глубочайшей древности. Во-первых, это были солнечные часы. Они устанавливались на площадях, в местах публичных собраний, во владениях богатых аристократов. Но ведь солнечные часы, сколь бы точны они ни были, всегда идут по местному времени. Перевозить с помощью солнечных часов время с одного места на другое, разумеется, нельзя.

Во-вторых, в распоряжении древних астрономов были водяные часы. Водяные часы — клепсидры — существовали и в Вавилоне, и в Китае, и в Греции. Они представляли собой несколько поставленных друг над другом сосудов с водой. Вода по каплям перетекала из верхних сосудов в нижние. Но скорость вытекания воды, как нетрудно сообразить, зависит от количества остающейся в сосуде воды. Теория водяных часов была очень сложной, и добиться большой точности от них не удавалось. И уж совершенно невозможно было их куда бы то ни было перевозить. От тряски они тут же выходили из строя.

Наконец, в распоряжении древних были часы песочные и часы огненные. Песочные часы употребляются иногда еще и теперь врачами. А часы огненные представляли собой длинный стержень из ароматической смеси, которому придавали либо спиральную, либо какую-нибудь другую замысловатую форму. Стержень равномерно горел, источая благовония, и по длине сгоревшей его части можно было судить о прошедшем времени.

Совершенно очевидно, что ни песочные, ни огненные часы для транспортировки времени с места на место в течение многих месяцев также не годились.

Для определения долгот астрономы нуждались в надежных механических часах, а именно таких в то время не было.

Толчок к развитию часового дела дал Галилео Галилей, предложивший использовать в качестве регулятора часов маятник. Но наиболее удачное решение этой задачи предложил независимо от Галилея Христиан Гюйгенс. Он сконструировал устройство, в котором маятник регулирует вращение системы зубчатых колес, сам получая при этом импульс, необходимый для того, чтобы размах колебаний не затухал. Так были заложены принципиальные основы точнейшего измерительного прибора — механических часов.



Который час?

По мере усовершенствования часов обычный маятник был заменен качающимся балансиром. Так появились на свет первые хронометры. Но они все еще оставались очень капризными. Ход хронометров в сильной степени зависел от температуры. С изменением температуры менялись размеры балансира, и хронометр начинал либо спешить, либо отставать. А мореплаватели по-прежнему нуждались в точном времени.

Наибольшую озабоченность в развитии часового дела проявляло британское адмиралтейство. Во второй половине XVII в. Великобритания все больше выдвигается на мировую арену как крупнейшая морская держава, оттесняя Испанию и Португалию.

«Правь, Британия, морями» — так поется в известной английской песне XVIII в. Английские фрегаты бороздят моря и океаны. Но корабельные хронометры все еще нуждаются в усовершенствовании.

По предложению Исаака Ньютона, который непродолжительное время был депутатом парламента от Кембриджского университета, английское правительство установило фантастическую по тем временам премию. За разработку надежного способа определения долготы на море с точностью до $^1/_4{}^\circ$ правительство обещало награду в 30 тысяч фунтов стерлингов. И самым перспективным здесь оставался прежний путь — усовершенствование хронометра.

Решающего успеха в этом деле добился английский часовой мастер Гаррисон. Он первым изготовил балансир из материалов с различными коэффициентами расширения. Изменение температуры компенсировалось изменением формы балансира. Ошибки в ходе хронометра сократились до 1^s за целый месяц.

Новый хронометр Гаррисона подвергся суровому испытанию в 1761 г. в плавании от Портсмута до Ямайки и обратно. Ни тряска, ни штормы, ни повышенная влажность воздуха не вывели его из строя. По возвращении в Англию, после 161 дня пути, его показания были ошибочными всего на несколько секунд.

Справедливости ради скажем, что обещанная премия была выдана Гаррисону далеко не полностью. Выдержав длительную борьбу, он получил сперва лишь 5 тыс. фунтов, а потом с огромным трудом добился получения еще 10 тыс. Но задача перевозки точного времени и тем самым определения долготы Гаррисоном была блестяще решена.

Появление точных хронометров было первым симптомом грядущей технической революции в Англии. Зачинатели машинного прядильного производства Харгривс, Кромптон, Аркрайт — все учились в часовых мастерских. Именно у английских часовщиков они переняли умение воплощать свои технические идеи в реальные, действующие механизмы.

Хронометры широко использовались для определения долгот важных астрономических пунктов. Из пункта в пункт везли в каретах комплект из нескольких хронометров — это называлось хронометрическим рейсом. В каждом пункте из астрономических наблюдений определяли местное время и сравнивали с показаниями всех хронометров. Использование нескольких хронометров служило гарантией от грубых ошибок из-за неисправностей одного из них, повышало точность определения долгот.

Значение хронометров для определения долготы резко пошло на спад с изобретением телеграфа. Электрический сигнал распространяется по проводам со скоростью 300 тыс. *км* в секунду. Для практических целей астрономии его распространение можно считать мгновенным. Время нулевого меридиана стало передаваться в пункты наблюдений по телеграфу. А впоследствии телеграф заменило радио. Сравнивая передаваемое специальным образом по радио время нулевого меридиана с местным временем в пункте наблюдений, астрономы определяют географические долготы с точностью до сотых и тысячных долей секунды времени.

Проблема определения времени и географических долгот как одна из сложнейших проблем астрономии XVII—XVIII вв. в наше время перестала существовать.

А в наследство от былого времени кое-где сохранились старинные традиции. Чтобы оповещать горожан о точном времени, на башнях прежде устанавливались часы с громким боем, а в

крупных городах точно в полдень палила пушка. Мелодичный бой Кремлевских курантов звучит по радио и в наши дни. А в Ленинграде, так же как и 200 лет назад в Санкт-Петербурге, ровно в 12 часов дня с Петропавловского кронверка стреляет пушка.

ГОД ПО ЛУНЕ И ГОД ПО СОЛНЦУ

Определение географической долготы связано с измерением сравнительно коротких отрезков времени. Но астрономия испокон веков билась еще и над другой исключительно запутанной проблемой — измерением очень длительных промежутков времени, иначе говоря, над созданием календаря.

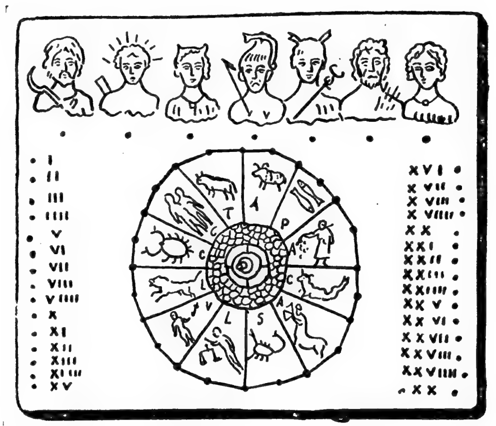
Календарь — это упорядоченная система счета дней. Она должна учитывать годовую периодичность природных явлений и должна быть пригодной к употреблению долгое время, в течение сотен и тысяч лет.

Понятие «календарь» твердо ассоциируется теперь в нашем представлении с наперед составленными ежегодными справочниками, где точно указаны день недели, приходящийся на каждое число месяца, продолжительность месяцев, их начало и конец. Такие справочники продаются в наши дни буквально на каждом перекрестке: это бесчисленные отрывные и настольные календари, календари-малютки, напечатанные на небольших картонных карточках, и огромные настенные красочные табель-календари. Все они прочно вошли в жизнь каждого человека.

Но не следует упускать из виду, что многие века создание постоянной стройной системы счета дней оставалось в центре внимания науки. И именно это обстоятельство послужило одной из серьезных побудительных причин развития астрономии. Необходимость создания четкого календаря вынуждала вести неустанные наблюдения за движением Луны и других небесных светил, проблемы календаря занимали умы лучших астрономов и математиков.

Не один раз в жизни, наверное, приходилось вам слышать сетования и по поводу «черной пятницы», и относительно «тяжелого дня понедельника». Всерьез этого теперь никто не принимает, а говорят по привычке, как поговорку. В прошлом же деление дней на «счастливые» и «несчастливые» — черные дни — было делом государственной важности. И чем дальше в глубь веков обратите вы свой мысленный взор, тем острее будет вставать проблема добрых предначертаний, счастливого стечения обстоятельств.

Шел ли полководец в поход или готовился землепашец провести в поле первую борозду, они в равной мере страшились навлечь на себя немилость богов, сделать что-нибудь не в свое время, невпопад. Воля богов была высшим законом для человека древнего мира. Календарь же играл роль основы основ,



Римский каменный календарь. В центре помещены изображения знаков зодиака, а справа и слева — обозначения чисел месяцев. Наверху расположены фигуры богов, которым посвящены дни недели: Сатурн ведает субботой, Солнце — воскресеньем, Луна — понедельником, Марс — вторником, Меркурий — средой, Юпитер — четвергом и Венера — пятницей. Связь между некоторыми названиями дней недели и именами управляющих ими богов в романских языках сохранилась поныне. В английском языке, например, суббота — Saturday (день Сатурна), воскресенье — Sunday (день Солнца), понедельник — Monday (день Луны); по-французски, понедельник — lundi, вторник — mardi, среда — mercredi и т. д.; по-немецки, воскресенье — Sonntag, понедельник — Montag; то же самое наблюдается в итальянском и испанском языках.

«расписания» совершаемых во имя богов церемоний и жертвоприношений.

Вот почему создание точного календаря оказалось в центре внимания служителей религии. Вот почему, чтобы понять особенности календаря, нам придется вспомнить немного историю религии.

С точки зрения астронома сегодняшнего дня все календарные трудности прошлых тысячелетий очень понятны и легко объяснимы. Никакого выбора единиц времени у человека никогда не было. Природа силой навязала ему две основные единицы — сутки и год. Чтобы постоянно иметь календарь у себя перед глазами, древний человек добавил к ним третью единицу — месяц. Поскольку все три единицы зависят от совершенно различных природных явлений, они оказываются никак не связанными друг с другом и не укладываются одна в другой целое число раз.

Самой короткой и самой важной единицей измерения времени служат сутки. Сутки — это продолжительность одного оборота Земли вокруг оси. С сутками связана выработанная сотнями поколений основная цикличность в жизнедеятельности человеческого организма, чередование бодрствования и сна, смена периодов работы и отдыха. Календарь и призван быть *упорядоченной системой счета суток*.

Более крупной и с современной точки зрения наименее важной единицей измерения времени является месяц. Месяц, как подчеркивает уже само название, связан с Луной [1],— первона-

[1] Это отнюдь не случайное лингвистическое совпадение; подобная же близость имеет место и во многих других языках, в английском, например: moon — Луна и month — месяц.

чально месяц соответствовал длительности полного цикла смены лунных фаз, который связан с обращением Луны вокруг Земли. Периодическое «умирание» и «возрождение» лунного диска служило вечными «часами».

Лунный месяц естественным образом делился на четыре четверти: от «зарождения» Луны до того момента, когда видна ровно половина «молодого» лунного диска (этот момент и теперь называется первой четвертью), от наполовину освещенного диска до полнолуния, затем от полнолуния до половины «старой» Луны и, наконец, от наполовину освещенного диска до его полного исчезновения в новолуние.

Четвертая часть месяца составляет округленно 7 дней. Это «священное» число чрезвычайно вдохновляло жрецов, которые знали на небе 7 ярких «божественных» светил: Солнце, Луну, Меркурий, Венеру, Марс, Юпитер и Сатурн. Каждый день семидневки можно было посвятить одному из небесных светил. Это казалось особенно важным и символическим. Четвертая часть месяца стала современной неделей.

На заре современной цивилизации жители междуречья Тигра и Евфрата пользовались лунным месяцем как основной единицей измерения длительных промежутков времени. Истинная продолжительность лунного месяца составляет в среднем около 29 с половиной дней. Начало нового месяца определялось прямо из наблюдений первого появления узкого серпа Луны после новолуния. Лунные месяцы оказывались разной продолжительности: в них попеременно получалось то 29, то 30 дней.

О существовании годичного цикла природных явлений вавилонские жрецы судили преимущественно по разливам рек. Наблюдая их, они вывели, что в году насчитывается 12 лунных месяцев. Это число также должно было очень удовлетворять жрецов: оно хорошо вписывается в халдейскую шестидесятеричную систему счета и явно свидетельствует о том, что мир сотворен богами в высшей степени разумно.

Однако 12 месяцев, в которых считается либо 29, либо 30 дней, составляют в сумме 354 дня. Это на 11 с лишним дней меньше истинной продолжительности солнечного года. Таким образом, считая по 12 лунных месяцев в году, вавилонские жрецы должны были вскоре обнаружить, что их весенний месяц нисанну неустанно скитается по всем временам года. Он становится то летним, то осенним, то зимним месяцем. Вавилонский чисто лунный календарь нуждался в улучшении.

Месяц и неделя в том виде, как они дошли до наших дней, не имеют принципиального значения для жизни человеческого общества. Они сохраняются по традиции. В случае необходимости от них можно в любой момент отказаться. Но ни при каких условиях нельзя отказаться ни от суток, ни от года.

Год служит третьей, самой крупной единицей измерения времени. Год — продолжительность одного оборота Земли вокруг

Солнца. С годом связана длительная цикличность природных явлений на нашей планете, сезонные изменения климатических условий, смена летней активности растительного и животного мира и периодов зимней спячки. Год, как распорядилась природа, и должен служить человеку основным мерилом длительных интервалов времени.

Легко договориться, что в метре укладывается ровно 100 *см*. Или что в рубле содержится 100 копеек. В этих случаях меньшая единица является производной от большей, вполне определенной ее частью. Но никакие договоренности по отношению к году и суткам недействительны. Здесь распорядилась природа, и год оказался несоизмерим с сутками. Он состоит из 365,24219... суток. Мы записали дробь до пятого десятичного знака, но могли бы с тем же успехом записать и шестой, и седьмой, и восьмой знаки. Эта дробь бесконечна.

Год и сутки заданы нам природой раз и навсегда: ни удлинить, ни укоротить их по своему произволу нельзя. Игнорировать существование годичного и суточного циклов на нашей планете тоже нельзя. Таким образом, главной задачей древних астрономов при создании календаря было согласовать длительность года и суток. Но при этом они не могли отказаться и от лунного месяца, поскольку начала новых месяцев, как мы уже говорили, точно фиксировались из астрономических наблюдений.

Первоначально вавилоняне пытались решить эту головоломную задачу, что называется, по наитию. Когда их весенний месяц нисанну сдвигался слишком далеко на зиму, правитель объявлял, что очередной год «не хорош», и выносил постановление о добавлении к нему дополнительного, тринадцатого месяца. Иногда два года подряд объявлялись тринадцатимесячными, и таким способом месяц нисанну более или менее правильно возвращался на свое место.

Нетрудно сообразить, что эти мероприятия вызывали великое брожение умов. Представьте себе, что в календаре вдруг произвольно добавляется (или не добавляется) целый месяц. И никому достоверно не известно, сделано ли это в полном соответствии с «волей богов» и не вкралась ли тут какая-нибудь досадная ошибка, расплачиваться за которую придется всему народу.

Совершенно ясно, что добавление тринадцатого месяца (это добавление называлось интеркаляцией) надо было упорядочить.

Двенадцать лунных месяцев продолжались у вавилонян, как мы уже знаем, 354 дня. До истинной продолжительности солнечного года в этом случае не хватает 11 с лишним дней. За три года накапливается нехватка в 33—34 дня. Вавилонские жрецы стали компенсировать эту нехватку тем, что вставляли по тринадцатому добавочному месяцу регулярно каждые три года. Однако недосчитывались-то жрецы за три года 33—34 дней, а добавляли только один лунный месяц, т. е. 29—30 дней. Это значит, что каждое новое трехлетие они начинали дня на 3—4 рань-

ше, чем следовало бы. За 20 лет накапливалась разница уже в целый месяц — величина вполне заметная. И если не принимать новых мер, то весенний месяц нисанну, хотя и гораздо медленнее, чем прежде, вновь сдвигался бы на зимнее время и грозил опять отправиться в обход по всем временам года.

Однако вавилонские жрецы совсем не напрасно вели длительные наблюдения за сменой фаз Луны. Они додумались-таки, как еще лучше согласовать лунный месяц с солнечным годом. Надо добавлять не один месяц за 3 года, а немножко больше — 3 месяца за 8 лет.

Вооружимся современными цифрами.

Продолжительность года=365,24... суток;

восемь лет=2921,9... суток.

Продолжительность лунного месяца в среднем=29,53... суток; 3 года по 13 лунных месяцев+5 лет по 12 лунных месяцев= =99 лунных месяцев=2923,5... суток.

При таком способе интеркаляций — введении 3 дополнительных месяцев на протяжении 8 лет — несогласие составляло в среднем лишь 1—2 дня за 8 лет. Целый месяц накапливался в этом случае только за полтора века, за время жизни нескольких поколений. Вавилоняне считали такой календарь уже вполне приемлемым.

Введение «халдейской восьмилетки» приписывается царю Хаммурапи. Он установил, что дополнительный тринадцатый месяц вставляется во втором, пятом и седьмом годах восьмилетки.

Так был устроен календарь в древнем Вавилоне. Специально выделенные жрецы наблюдали появление серпа молодой Луны, что означало наступление нового месяца. Лунные месяцы шли своим чередом, и изменить их длительность, разумеется, было нельзя. Но жрецы следили за установленным чередованием числа месяцев в году — их было то 12, то 13. Чередуя годы различной длительности в пределах восьмилетнего цикла, жрецы и согласовывали календарь с природой: весенние месяцы действительно оставались весенними, летние — летними и т. д.

Чередование лет разной продолжительности приводило к «скачкам» в начале каждого нового года. Такие «скачки» в счете времени надо было тщательно учитывать, чтобы не запутаться в предсказаниях астрономических явлений, связанных с годичным движением Солнца, особенно в предсказаниях солнечных и лунных затмений.

Чтобы согласовать свой лунный календарь с солнечным годом, вавилоняне долгое время ограничивались восьмилетним циклом, в котором укладывалось 99 лунных месяцев. Однако возможны были и другие циклы, еще более точные. Гораздо лучшее приближение дает, например, девятнадцатилетний цикл, в котором укладывается 235 лунных месяцев. Длительность 19 солнечных лет отличается от длительности 235 лунных месяцев всего на 2 часа. Халдейские мудрецы обнаружили такой цикл, и в

дальнейшем, на более позднем этапе истории Вавилона, он стал использоваться вместо восьмилетнего.

От вавилонян девятнадцатилетний цикл был заимствован в древней Греции, где его ввел в обращение афинский астроном Метон. Он предложил твердые правила чередования лет различной продолжительности, которые известны до наших дней под названием метонова цикла. Девятнадцатилетний цикл, состоящий из 235 лунных месяцев, применялся также в древнем Китае.

У ИСТОКОВ СОВРЕМЕННЫХ КАЛЕНДАРЕЙ

Чисто лунный календарь предполагает, что продолжительность всех лет одинакова и составляет независимо ни от чего ровно 12 лунных месяцев. Начало лунного года при таком счете, как мы уже знаем, сползает относительно солнечного календаря на 11—12 дней за один год и в течение 30 с лишним солнечных лет обходит все сезоны: весну, лето, осень и зиму. Для практического использования лунный календарь не очень-то удобен: но, как это ни выглядит странным, он даже в наши дни принят во многих странах мира. Лунный календарь продолжает использоваться в тех странах, где большинство населения исповедует ислам — магометанство.

Мусульмане ведут счет лет со дня переселения Магомета из Мекки в Медину, хиджры, которая произошла, по нашему летосчислению, в пятницу 16 июля 622 г. Летосчисление по годам хиджры было введено халифом Омаром в 637 г. н. э.

В чисто лунном календаре встречаются те же самые трудности, что и в любом другом. Средняя продолжительность лунного месяца составляет около 29 с половиной суток, или, точнее, 29 суток 12 часов 44 минуты 02,8... секунды. Удобства ради в лунных месяцах считается попеременно то 29, то 30 дней. Мусуль-



мане, например, считают все нечетные месяцы имеющими по 30 дней, а все четные — по 29. Но что делать с лишними 44 минутами 02,8... секундами? Накапливаясь, они дают целые сутки за три года, и если только не принять своевременно каких-либо мер, то начала месяцев перестанут совпадать с новолуниями, и лунные месяцы потеряют свой первоначальный смысл. Мера же во всех такого рода положениях может быть только одна — либо прибавлять, либо убавлять какие-то особые дни. Вот и приходится мусульманам, чтобы согласовать лунный календарь с Луной, 11 раз за 30 лет добавлять в конце четного месяца зу-льхиджжа дополнительный, тридцатый день. Абсолютно точного согласия лунного календаря с изменением фаз Луны после такого добавления, конечно, не наступает, но в этом случае разница в одни сутки набегает лишь за период в 2308 лет! Такая разница уже никого не смущает.



«...Сотис великая блистает на небе, и Нил выходит из истоков его...»

Лунный календарь служит одним из характерных бытовых атрибутов мусульман. Его применение вплоть до наших дней связано с многовековой традицией, точно так же как и изображение на государственных флагах символического лунного серпа — «божественной» Луны. Изображение Луны вы найдете на флагах Алжира, Ливана, Мавритании, Малайзии, Пакистана, Туниса, Турции и других стран.

Чисто солнечный календарь впервые появился на свет позднее лунного, но его корни также уходят в глубокую древность. Он был создан в Египте, там, где очень регулярные ежегодные разливы Нила служили залогом развития процветающего земледелия.

Как гласит надпись на стене одного из древних египетских храмов, «...Сотис великая блистает на небе, и Нил выходит из истоков его...». Египтяне обнаружили близкое совпадение — случайное совпадение — начала разливов Нила с первыми проблесками

в лучах утренней зари самой яркой звезды неба — Сириуса. Они решили, что Сириус — по-египетски Сотис — и является божественным вестником предстоящих разливов.

Наблюдая, после долгого перерыва в период невидимости, моменты первого предрассветного появления Сотис, египтяне вывели продолжительность года, с округлением до целых суток, равной 365 дням. Год они поделили на 12 одинаковых месяцев по 30 дней в каждом. Месяц состоял из трех десятидневных недель. А пять лишних дней в конце каждого года объявлялись праздниками в честь «рождения богов».

Египетский календарь отличался образцовой стройностью, однако египтяне тотчас столкнулись с уже хорошо известной нам трудностью. Каждые четыре года в их календаре не учитывались очередные накапливающиеся сутки, и начало года постепенно отступало в Египте на все более и более ранние сроки. Тем самым даты первого появления «предвестницы разливов» Сотис соответственно отодвигались. Если в какой-то год она впервые сверкала на небе в день нового года, утром первого числа месяца т о т, то через четыре года ее появления следовало ожидать второго числа, еще через четыре года — третьего числа месяца тот и т. д.

Египетские жрецы знали, как можно было бы исправить их календарь, но были принципиальными противниками всяких исправлений. Они считали высочайшим благом, что восход блистательной Сотис приходится попеременно на все 12 месяцев. Два главных праздника — предрассветное появление Сотис и начало нового года — неторопливо отдалялись один от другого и потом столь же неторопливо начинали сближаться. По истечении 1460 лет, совершив полный обход по всем месяцам, восход Сотис снова попадал на начало года, на первое число месяца тот. Такой год и такой день отмечались торжественнее всех остальных торжеств,— это был Праздник Вечности.

Календарь средневековой Европы достался ей в наследство от Рима, где во времена республики он отличался редкостной путаницей. Все месяцы в этом календаре, за исключением последнего, фебруариуса, посвященного богу подземного царства, содержали счастливое, нечетное число дней — либо 29, либо 31. В фебруариусе было 28 дней. Всего в году насчитывалось 355 дней, на десять с лишним дней меньше, чем следовало бы.

Такой календарь нуждался в постоянных исправлениях, что было вменено в обязанность коллегии понтификов. Титул понтифика (дословно — «строитель мостов») носили в Риме члены верховной касты жрецов, которые специально занимались надзором за выполнением обрядов, следили за календарем и вели летопись важнейших событий. Исполнял постановления этой коллегии старший среди понтификов — великий понтифик.

По решению коллегии понтификов раз в два года в середину фебруариуса должен был вклиниваться тринадцатый, дополнительный месяц — марцедониус продолжительностью попеременно то в 22, то в 23 дня. Идея такого дополнения была совершенно трезвой, но только длительность вставного месяца римляне преувеличили. За 4 года им не хватало в основных 12 месяцах 41 дня, а вставляя в течение того же периода два марцедониуса, понтифики добавляли 45 дней. Оказывалось, что римский год в среднем на сутки длиннее солнечного, и за 30 лет опять накапливался лишний месяц.

Понтифики ликвидировали неувязки своей властью, но, к сожалению, очень часто ею злоупотребляли. С календарными датами были связаны уплата налогов и процентов по взятым взаймы ссудам, вступление в должности консулов, трибунов и других выборных лиц, начало празднеств по случаю весны, сбора урожая и т. д. Решение коллегии понтификов могло ускорить или, наоборот, отсрочить такие события, а от них часто зависели судьбы могущественных людей Рима. Понтифики далеко не во всех случаях сохраняли нелицеприятность и следовали воле богов. Достаточно часто по дружбе или, наоборот, из-за неприязни, а также, возможно, и за известную мзду они произвольно либо укорачивали, либо удлиняли продолжительность года.

Решения понтификов доводили до всеобщего сведения глашатаи, которые во всеуслышание объявляли о начале новых месяцев и новых лет. Как саркастически заметил однажды по этому поводу Вольтер, «побеждали-то римские полководцы всегда, но редко знали, в какой именно день они побеждали».

Конец произволу понтификов положил Юлий Цезарь. По совету александрийского астронома Созигена он произвел реформу календаря, придав ему почти тот самый вид, в котором этот календарь и сохранился до наших дней.

Новый римский календарь получил название юлианского. Он-то и известен теперь под названием с т а р о г о с т и л я. А необходимость введения нынешнего, нового стиля была продиктована нуждами христианского богослужения.

После крушения Римской империи христианство как государственная религия распространилось по всей Европе. Высшим законодательным органом христианской церкви издавна были вселенские соборы, т. е. собрания высших церковных деятелей со всех концов христианского мира. Они собираются очень редко и рассматривают основные вопросы догматов веры и правил общественной и личной жизни. Решения вселенских соборов имеют обязательную силу для всех христиан.

В 325 г. н. э. первый Никейский вселенский собор рассмотрел вопрос о дате празднования пасхи — главного христианского праздника. По постановлению собора пасха должна праздноваться весной, непременно в воскресный день, следующий за

первым после весеннего равноденствия полнолунием. Предполагалось при этом, что юлианский календарь достаточно точен и дата весеннего равноденствия — 21 марта — останется навсегда одной и той же. На деле же решение Никейского собора оказалось опрометчивым и через 1200 лет привело к новой календарной реформе.

ГРИГОРИАНСКИЙ КАЛЕНДАРЬ И НАША ЭРА

Мысли вавилонских жрецов и римских понтификов были постоянно заняты заботами об интеркаляциях. Их волновало, куда и когда следует добавлять вставной тринадцатый месяц. Введение юлианского календаря ликвидировало предмет их попечения. Но это вовсе не значило, что высшее христианское духовенство готово было отказаться от привилегий, связанных с астрономическими расчетами моментов важных событий.

Предвычисление на многие годы вперед даты главного христианского праздника пасхи, с которым связывались многие другие праздники, стало для служителей христианской религии задачей номер один. Расчет пасхалий стремились поручать, как правило, наиболее осведомленным священникам, но даже им далеко не всегда удавалось избежать промахов. Работа эта была трудоемкой и требовала неослабного внимания. Для расчета дат весенних полнолуний священники пользовались 19-летним метоновым циклом.



Пасхалии составлялись обычно на один или несколько девятнадцатилетних циклов. А годы считались по принятой в Риме «эре Диоклетиана». Она началась, по принятому теперь летосчислению, с 284 г.— с года, когда римские легионы провозгласили императором Кая Аврелия Валерия Иовия Диоклетиана.

Диоклетиан известен в истории как яростный гонитель христиан. Почему, собственно, календарные расчеты ведутся по годам, отсчитываемым со дня воцарения этого язычника и лютого врага христианской церкви,— такой вопрос рано или поздно должен был возникнуть. И он возник в середине VI в. н. э. у настоятеля римского монастыря Дионисия Малого. Любопытно, что Дионисий Малый был скифом, родился он в северном Причерноморье, а в Риме получил известность как опытный переводчик с греческого языка.

Дионисий Малый провел какие-то вычисления — нам теперь не известно, какие,— и выдвинул утверждение, что год начала новых рассчитанных им пасхалий, а именно 248 г. «эры Диоклетиана», является 532 г. «от рождества Христова».

Нововведение Дионисия Малого сначала не привлекло к себе никакого внимания. Дионисиев счет по годам «от рождества Христова» начал мало-помалу распространяться лишь через 200—300 лет после его смерти. В обиход канцелярии папы римского он прочно вошел лишь с XV в., а настойчивое внедрение его католической церковью во всем мире относится к XVII в. Наконец, в XVIII в. дионисиево летосчисление переняли ученые, и его употребление действительно стало повсеместным, взамен старого счета «от сотворения мира», «от основания Рима» или по «эре Диоклетиана». Это и есть наша эра.

Тем самым начало нашей эры — первый день первого года нашей эры — никем никогда не было зафиксировано специально. Оно было придумано скифом Дионисием Малым как условное начало счета годов через 500 лет и широко принято христианской церковью через 1500 лет после того события, которое, по замыслу, должно было лечь в основу счета.

Происхождение счета лет нашей эры в целом очень показательно для различных календарных систем, которые насчитываются десятками. Оказывается, например, что 14 января 1969 г. исполнился 2722 г. римского летосчисления «от основания Рима». В марте, 20 числа, того же года наступил новый, 1389 г. у мусульман. Еще через два дня, 22 марта, начался 1891 г. индусского календаря. 1 мая служило началом 2718 г. «эры вавилонского царя Набонассара. 13 сентября праздновали начало 5730 г. еврейского летосчисления «от сотворения мира». 14 сентября 1969 г. начался 7478 г. по византийскому календарю или же 2281 г. по календарю греческому.

Конечно, в жизни народов больших и малых бывали случаи, когда в качестве начала новой календарной эры избиралось событие, имеющее непреходящее общественное значение. Но очень во многих случаях таким началом служили события или случайные, не оставившие заметного следа в истории, или вообще мнимые, которые на деле вовсе никогда не имели места.

Однако вернемся к календарным расчетам. Юлианский календарь со вставкой в каждое четырехлетие одного високосного

года предполагает, что средняя продолжительность года составляет 365 дней и 6 часов. На деле год длится 365 дней 5 часов 48 минут 46,1... секунд. Юлианский год длиннее года, отпущенного нам природой, на 11 с небольшим минут. Накапливаясь, эти коварные минуты дают за 128 лет ошибку в целые сутки. А это значит, что за 128 лет «медлительный» юлианский календарь на сутки отстанет от природы. Наблюдателю небесных явлений покажется, что день весеннего равноденствия сместился с 21 марта на 20 марта. Таким образом, в XVI в. за период, прошедший со времени Никейского собора, в юлианском календаре накопилась разница в 10 дней, и день весеннего равноденствия отступил на 11 марта. Согласно же постановлению Никейского собора весна по-прежнему считалась наступающей 21 марта, и пасха, естественно, праздновалась в воскресенье, следующее за новолунием после 21 марта. Но так как весна наступала все-таки 11 марта, то пасха из праздника начала весны в иные годы грозила превратиться в праздник едва ли не летний.

В 1582 г. папа римский Григорий XIII утвердил проект календарной реформы, предложенный незадолго до этого итальянским врачом и математиком Алоизием Лилио.

Лилио придумал очень удачное правило, как согласовать юлианский календарь с природой. Для этого надо только пропускать 3 високосных года за 400 лет. Удобное правило такое: из лет, отмечающих начала столетий, например 1200, 1300, 1400, 1500, 1600 и т. д., следует считать високосными лишь те, две первые цифры которых делятся без остатка на 4. Три последующих года високосными считать не надо. Следовательно, високосные в юлианском календаре 1300, 1400, 1500, 1700, 1800, 1900 гг. по проекту Лилио високосными считать не следует. А годы 1200, 1600, 2000 и т. д. остаются високосными в обеих системах.

Правило, предложенное Алоизием Лилио, и было утверждено в качестве нового, григорианского стиля, в отличие от старого, юлианского.

Согласно декрету Григория XIII в Италии, Испании, Португалии и католической части Польши вслед за 4 октября 1582 г. наступило сразу 15 октября, и день весеннего равноденствия вновь вернулся на издревле отведенное ему Никейским собором «законное» место, на 21 марта.

Новый стиль, конечно, тоже не точен. В среднем за 400 лет продолжительность года по григорианскому календарю составляет 365 дней 5 часов 49 минут 12 секунд. Такой год на 26 секунд длиннее, чем следовало бы. Накапливаясь, эти 26 секунд рано или поздно вновь приведут к смещению дня весеннего равноденствия, но это случится очень нескоро: смещение в одни сутки накопится в григорианском календаре лишь за 3000 лет.

После 1800 г. разница между старым и новым стилем достигла 12 дней. После 1900 г. по старому стилю високосного, а по

новому обычного, эта разница составила уже 13 дней. В 2000 г. она не изменится. По-прежнему, чтобы перейти от старого стиля к новому, надо будет прибавлять 13 дней. А в 2100 г. разница стилей возрастет до 14 дней.

На Руси в допетровское время был принят юлианский календарь со счетом лет по византийскому образцу «от сотворения мира». Петр I ввел в России старый стиль, юлианский календарь со счетом лет «от рождества Христова». Новый стиль был введен в нашей стране после победы Великой Октябрьской революции, в 1918 г.

Многие астрономы неоднократно предлагали различные проекты новых, гораздо более удобных всемирных календарей, однако спешить с введением какого-либо нового календаря в одной стране или даже в ряде стран тем не менее было бы ошибочным.

Заглянем в прошлое. Французская революция конца XVIII в. смела обветшавшие феодальные устои. Восставший народ, поднявшийся на штурм Бастилии, открыл новую страницу в истории человечества. Революционный подъем захватил и ученых. Конвент вынес, например, решение о создании новой единой системы мер и весов — «для всех веков, для всех народов!». Вынес он и решение о введении революционного календаря.

Счет лет по новому календарю предписывалось вести с момента уничтожения королевской власти и провозглашения республики (22 сентября 1792 г.), что по счастливому стечению обстоятельств совпало с днем осеннего равноденствия. Год по новому календарю делился на 12 месяцев по 30 дней в каждом. А в конце года добавлялось либо 5, либо 6 дней, которые служили революционными праздниками. Для месяцев придумали красивые названия, соответствующие природным явлениям:

осень	вандемьер	— месяц сбора винограда
	брюмер	— месяц тумана
	фример	— месяц заморозков
зима	нивоз	— месяц снега
	плювиоз	— месяц дождя
	вентоз	— месяц ветра
весна	жерминаль	— месяц прорастания
	флореаль	— месяц цветения
	прериаль	— месяц лугов
лето	мессидор	— месяц жатвы
	термидор	— месяц жары
	фруктидор	— месяц плодов

Вопрос о введении метрической системы дебатировался впоследствии на протяжении 100 лет. В докладе специального комитета при Парижской всемирной выставке 1867 г., активным членом которого был выдающийся русский физик Б. С. Якоби, в пункте 4 читаем: «Так как всякое сбережение труда, как ма-

териального, так и умственного, тождественно с умножением богатства, то введение метрической системы, стоящей в этом отношении на одном ряду с машинами и орудиями, железными дорогами, телеграфами, таблицами логарифмов, представляется особенно желательным с точки зрения экономической». И далее: «...недостаток общего всемирного языка станет по крайней мере несколько менее чувствительным, если многочисленные системы мер и весов будут заменены одною всемирною метрическою системою и, таким образом, числовые данные науки сделаются всюду понятными, всюду применимыми».

Эти аргументы были абсолютно справедливыми и возымели силу. Метрическая система в конце концов победила.

А новый французский календарь? У него, разумеется, не могло найтись большого числа горячих поборников в других странах. И с гибелью первой французской республики он всецело утратил свое значение.

Григорианский календарь, несмотря на все недостатки, имеет то преимущество, что он носит международный характер. Реформа календаря — тоже дело международное. И она должна быть проведена только так, чтобы новый календарь приняло возможно большее число стран, чтобы он также восполнял отсутствие всемирного языка.

Международный комитет по реформе календаря был создан в 1923 г. в Женеве при Лиге Наций. Затем обсуждение календарной реформы продолжалось в Организации Объединенных Наций. Особенно большую инициативу в этом вопросе проявляли представители Индии и лично президент Джавахарлал Неру. Освободившись от колониального гнета, правительство молодой республики оказалось перед лицом полнейшего календарного хаоса: в стране применялось около 30 различных местных календарей. Правительство Неру было готово ввести в стране сразу единый мировой календарь. Была надежда, что ООН вскоре примет такой календарь и его удастся ввести в действие с воскресенья 1 января 1956 г. или же с воскресенья 1 января 1961 г. Но этого, к сожалению, не произошло.

По-видимому, международные организации еще, может быть, не раз вернутся к этому вопросу, и он в конце концов будет решен удовлетворительно.

А основные черты предполагаемого всемирного календаря уже достаточно ясны. Система чередования обычных и високосных лет, как это делается в григорианском календаре, должна, вероятно, сохраняться. Изменится только структура месяцев и недель внутри года. Год может состоять из четырех кварталов равной продолжительности по 91 дню, или из 13 недель, так что дни недели в пределах каждого квартала будут приходиться на одни и те же числа месяцев. Первый месяц квартала может содержать 31 день, два остальных — по 30 дней. В этом случае каждый год и каждый квартал могут начинаться с воскресенья,

причем число рабочих дней во всех месяцах будет одинаковым. Это резко упростит планирование работы и учет производительности промышленных предприятий, так как продолжительность всех месяцев, кварталов и полугодий будет совершенно одинаковой.

Во все годы после 30 декабря должен вставляться дополнительный праздничный день — День мира и дружбы народов. В високосные годы должен добавляться еще один вставной праздничный день. Оба вставных дня не являются днями недели и не имеют числа.

Кроме международных праздников, в каждой стране, естественно, сохранятся свои национальные праздники, связанные с историей борьбы народов за независимость, борьбой трудящихся за свои права. В СССР вечно будет отмечаться славная годовщина штурма Зимнего и провозглашения первого в мире социалистического государства.

НЕБЕСНЫЕ ЗНАКИ

Издавна повелось называть затмения Луны и Солнца, звездные дожди и падения отдельных небесных камней необыкновенными небесными явлениями. Для человека XX в. ничего необыкновенного, впрочем, в таких явлениях нет. Причины их хорошо изучены. О предстоящих затмениях население широко оповещается по радио, по телевидению, в газетах и журналах. Их подробно комментируют ученые.

Знающий, уверенный в силе науки, человек XX в. далек от предрассудков своих предков. Он с затаенным ужасом не ждет, что вслед за очередным солнечным затмением его застигнет врасплох светопреставление, всемирный потоп или моровая язва.

Но в прошлом, когда каждое событие на небе рассматривалось как знамение, «перст божий», «божественное предначертание», необыкновенные небесные явления производили на людей неизгладимое впечатление.

...И в дельтах рек — халдейский звездочет,
И пастухи иранских плоскогорий,
Прислушиваясь к музыке миров,
К гуденью сфер и тонким звездным звонам,
По вещим сочетаниям светил
Определяли судьбы царств и мира.
Все в преходящем было только знак
Извечных тайн, начертанных на небе...

Особенно большую роль среди необыкновенных небесных явлений играли затмения Луны и Солнца. Умение заранее узнавать о предстоящих затмениях зачастую оборачивалось миром или войной, могло стать вопросом жизни или смерти.

По свидетельству «отца истории» Геродота, один из семи мудрецов древности Фалес Милетский, первый из выдающихся древ-

негреческих астрономов, получил известность еще и потому, что предсказал солнечное затмение, происшедшее в 584 г. до н. э. в Малой Азии во время битвы лидийцев с мидянами. Сражающиеся были настолько поражены этим событием, что прекратили битву [1].

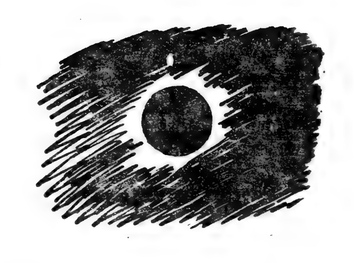
Истории известны многие другие случаи, когда находчивость в толковании небесных явлений тотчас приносила ожидаемые результаты.

Во время своего последнего, четвертого плавания к берегам Вест-Индии Колумб и его матросы внезапно оказались на грани катастрофы. В отместку за постоянные грабежи местного населения касики Ямайки — правители острова — наотрез отказались снабдить белокожих пришельцев съестными припасами. Одолеть касиков силой Колумб не мог. Перед угрозой голодной смерти ему пришлось пойти на хитрость.

Зная из астрономического календаря о предстоящем в ближайшие дни полном лунном затмении, Колумб пригрозил касикам,

[1] Считается, что Фалес предсказал затмение, пользуясь циклом, выведенным из наблюдений халдеями. Некоторые современные исследователи подвергают сомнению такую возможность, поскольку халдеи, скорее всего, не умели предсказывать точные даты солнечных затмений, и открытие «цикла затмений» приписывается им ошибочно. Но отказывать в достоверности свидетельству Геродота только по этой причине нет никаких оснований.





что в наказание отнимет у них Луну. Касики не поверили. В нужный момент Колумб пригласил их к себе и, как хороший актер, прекрасно провел сцену «отнятия» и последующего великодушного «возвращения» Луны. Продукты были безотлагательно доставлены на каравеллы, лишь бы только пришельцы убрались восвояси.

Аналогичные сюжеты стали достоянием художественной литературы.

На страницах романа «Фараон» польский писатель Болеслав Прус рисует панораму жизни древнего Египта. Главный герой романа, молодой правитель Рамсес XIII задумывает ограничить самоуправство всесильных жрецов. Разворот событий достигает высшего накала. Доведенный до крайности, Рамсес стягивает к храмам войска. Народ стоит на стороне фараона. Жрецы не в силах оказать вооруженное сопротивление. Они обречены. И в эти критические дни верховный жрец Херихор в строжайшей тайне торопит развязку. Секретные агенты Херихора подстрекают толпу кинуться на штурм храмов. Ворота храмов сотрясаются от ударов.

«...Несмотря на полдень, тьма сгущалась. В садах храма Птаха запели петухи. Но ярость толпы была уже так велика, что мало кто замечал эти перемены...»

Херихор стоял на виду у осаждающих, и вот он воздел к небу обе руки:

— Боги, под вашу защиту отдаю святые храмы, против которых выступают изменники и святотатцы!

«...Внезапно где-то над храмом прозвучал голос, который, казалось, не мог принадлежать человеку:

— Отвращаю лик свой от проклятого народа, и да низойдет на землю тьма!

И случилось что-то ужасное. С каждым словом солнце утрачивало свою яркость... При последнем же стало темно, как ночью. В небе зажглись звезды, а вместо солнца стоял черный диск в кольце огня...»

Толпа в ужасе бежала, пала ниц и молила о пощаде. Херихор вступился за народ перед Осирисом, и бог — в последний раз! — внял просьбе своих жрецов. Тьма рассеялась, и солнце обрело прежнюю яркость.

Фараон в это время оставался во дворце. Ход затмения ему комментировал преданный жрец, ученик мудреца. Не может ли, поинтересовался фараон, Луна, загородив Солнце, сорваться и упасть с неба?

«...В душе Рамсеса происходила мучительная борьба. Он начинал понимать, что жрецы располагали силами, которые он не только не принимал в расчет, но даже отвергал, не хотел о них

и слышать. Жрецы, наблюдавшие за движением звезд, сразу выросли в его глазах. И фараон подумал, что надо непременно познать эту удивительную мудрость, которая так чудовищно путает человеческие планы...»

Нет, совсем не случайные одиночки брались за астрономические наблюдения в древнем мире. Слишком большую власть давали накопленные знания над умами и телами суеверных людей. Они, эти знания, накапливались по крупицам и передавались по наследству, из поколения в поколение, как самое драгоценное богатство.

Еще один интересный пример влияния солнечного затмения на события дает история Грузии. В начале IV в. н. э. грузинская царица долгое время тщетно склоняла царя принять христианскую веру. Царь колебался и долго откладывал свое решение.

Однажды, во время охоты, день неожиданно начал меркнуть, и насмерть напуганный царь со свитой пришел в неописуемое отчаяние. В трепетном страхе вспомнил он чудесное имя Христа и стал горячо молиться о ниспослании ему спасения. День вскоре просиял, и царь благополучно возвратился домой.

После этого случая, гласят летописцы, православное христианство распространилось по всей Грузии. Грузия стала православной страной за шесть с лишним веков до крещения Руси.

Всеобщая вера в исполнение астрономических предсказаний породила астрологию. Появляются звездочеты-астрологи, которые берутся предсказывать судьбы отдельных людей и целых народов. К их услугам прибегают часто, и особенно часто в тяжелые минуты жизни.

Деятельность астрологов, как и всяких предсказателей, во все эпохи была полна опасностей. Приведем к примеру небольшой эпизод из исторического романа Р. Хаггарда «Дочь Монтесумы». Он занимает всего несколько строк.

Охваченный страхом перед нашествием испанских завоевателей, последний император ацтеков Монтесума посылает за астрологом, прославленным на всю страну мудростью своих прорицаний. «...Астролог явился, и Монтесума заперся с ним наедине. Не знаю, что он сказал императору, но, по-видимому, ничего приятного не было в его пророчествах, потому что той же ночью Монтесума приказал своим воинам обрушить дом мудреца, и тот погиб под развалинами собственного жилища».

Астрология играла большую роль и в древнем мире, и в средние века. Она возникла тогда, когда древние астрономы только-только сумели нащупать первые закономерности в природных явлениях, научились делать первые предвычисления положений небесных светил, фаз Луны, затмений Луны и Солнца. Власть, даваемая астрономическими знаниями, заставляла скрывать эти знания. А сам факт существования тайных знаний вел к расцвету тайных наук, в том числе и астрологии.

Правители заставляли народы повиноваться себе силой оружия. Помогая им в этом силой своих тайных знаний, служители религии в большинстве случаев могли склонить к повиновению и чересчур необузданных правителей. Вот почему мы и говорим, что астрономия — наука «неземная» — тысячелетиями служила самым что ни на есть земным целям, служила прочным оплотом могущества сильных мира сего. В этом, как мы уже говорили, помимо практического значения, заключался второй важный стимул развития древней астрономии.

Древние наблюдения солнечных и лунных затмений, которые тщательно регистрировались и описывались, в наши дни сослужили неожиданную службу историкам. Зная теорию движения Солнца и Луны, астрономы сумели рассчитать даты затмений и районы их видимости на многие тысячелетия в глубь веков.

Затмения стали «картой времени», той надежной хронологической основой, к которой историки могут теперь привязывать местные календари, эры и другие исторические события, датировка которых иными методами затруднительна.

ОБРАЗЫ ДАЛЕКОГО ПРОШЛОГО

Время неотвратимо стирает в памяти людской черты наших далеких предков. Лишь с огромным усилием удается восстановить заботы и мечты, строй мыслей и мотивы поступков, методы исследований, которые использовались учеными глубокой древности, их подлинное влияние на сознание современников.

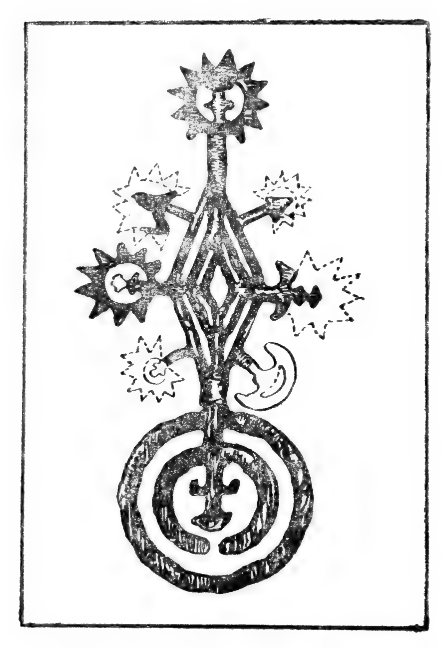
Разобравшись в тонкостях вавилонской астрономии, мы, к сожалению, практически ничего не знаем о самих халдейских звездочетах.

Глиняные черепки донесли до нас лишь несколько имен то ли авторов, то ли переписчиков, то ли владельцев лунных таблиц. Самого известного среди них звали Кидинну.

Сохранились также греческие записи о том, что в III в. до н. э. вавилонский астроном по имени Берос прибыл на греческий остров Кос, где и занялся преподаванием вавилонской науки среди греков.

Сведения о том, какими методами вели наблюдения вавилонские астрономы, также предельно скудны.

В древнем Китае за 1100 лет до н. э. была оборудована первая обсерватория. Если Стоунхендж представлял собой, в первую очередь ритуальное сооружение, храм, то китайская обсерватория специально предназначалась для систематических астрономических наблюдений. На месте ее сохранились остатки старинного гномона — древнейшего астрономического прибора,



Такой бронзовый жезл, выставленный в одном из залов музея истории Армении, был обнаружен археологом А. О. Мнацаканяном при раскопках на озере Севан. Он датируется I тысячелетием до н. э. Две концентрические окружности в нижней части жезла символизируют Землю. Выше располагались теперь лишь частично сохранившиеся символы семи главных небесных светил — Солнца, Луны и пяти видимых невооруженным глазом планет (несохранившиеся части жезла показаны пунктиром).

изобретенного в Китае в VII в. до н. э. Записи на каменных плитах свидетельствуют о последующих перестройках этой обсерватории.

Если египтяне предсказывали разливы Нила по восходу божественной Сотис, то китайцам на приход весны указывала Огненная звезда — кроваво-красный «соперник» Марса Антарес. Началом весны считалось первое появление Огненной звезды в лучах заходящего Солнца.

Китайские астрономы составляли календари и с этой целью вели непрерывные наблюдения, отмечая все происходящие на небе явления. Подробные китайские летописи послужили материалом для изучения комет, новых и сверхновых звезд.

Развивая традиции своих предшественников, в IV в. до н. э. китайские астрономы Гань Гун и Ши Шэнь составили звездный каталог. Каталог включал описание свыше 800 звезд, для 120 из которых были приведены довольно точные координаты.

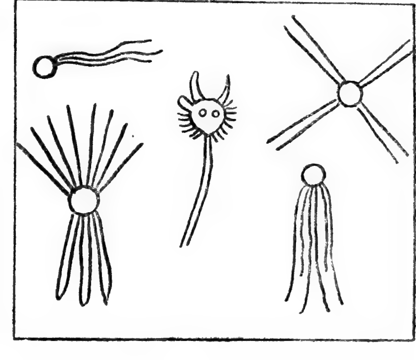
Подобно вавилонянам, китайские ученые использовали наблюдения звезд и планет для астрологических предсказаний.

Китайская империя, отгородившаяся от остального мира Великой китайской стеной, вела очень обособленный образ жизни, и достижения китайской науки не оказывали поэтому заметного влияния на деятельность ученых античного мира.

Великими мыслителями древней Греции были Евдокс из города Книда и Аристотель из города Стагира.

Евдокс был на 25 лет старше Аристотеля. Он первым дал геометрическую картину мироздания, придумав многочисленные вращающиеся вокруг Земли прозрачные сферы, к которым прикреплены неподвижные звезды, Солнце, Луна и планеты. Эту картину мира усовершенствовал Аристотель. Подобно Евдоксу, Аристотель был убежден в шарообразности Земли и доказывал

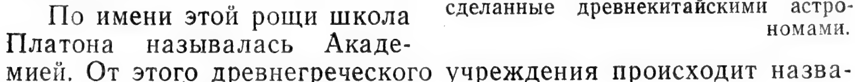
это появлением кораблей из-за горизонта, видом лунных затмений и другими фактами. Одновременно он доказывал также и шарообразность Луны.



Рисунки комет и «падающих звезд», сделанные древнекитайскими астрономами.

Аристотель Стагирит был учеником знаменитого афинского философа Платона, друга и ученика Сократа. Аристотель учился в школе Платона, которая размещалась на окраине Афин, в роще, посаженной в честь мифического героя Академа.

По имени этой рощи школа Платона называлась Академией. От этого древнегреческого учреждения происходит название всех современных академий.



Аристотель, по выражению Фридриха Энгельса,— «самая универсальная голова» среди древнегреческих философов [1]. Он заложил основы логики, психологии, этики, эстетики, биологии и многих других наук. Он оказал колоссальное влияние на все последующее развитие естествознания.

Устройство мира по Аристотелю хорошо отвечало наблюдаемым на небе движениям светил. Впоследствии его взяла под свою защиту христианская церковь, которая, впрочем, в конечном счете «убила в Аристотеле живое и увековечила мертвое» [2]. Идеи Аристотеля, переработанные Птолемеем, в качестве непререкаемого догмата просуществовали полных 19 веков, вплоть до эпохи Коперника.

Вьются, как тропы в лесу, расходясь и пересекаясь, жизненные пути ученых и судьбы научных коллективов. Из афинской Академии Платона вышел величайший мыслитель античности Аристотель. В расцвете сил философ Аристотель взялся за воспитание мальчика Александра, наследника македонского престола и будущего завоевателя полумира. После покорения Египта воин Александр Македонский заложил город, которому предстояло на многие века стать признанным центром античной науки и культуры.

Не раз и не два, огнем и мечом покоряя окрестные народы, Александр Македонский закладывал в завоеванных странах города, крепости и порты. В память о победах своего оружия он любил называть новые города Александрополями или Александриями.

---

[1] К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 19, М., Госполитиздат, 1961, стр. 202.

[2] В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 325.



Заложенная в 332—331 гг. до н. э. на берегу Средиземного моря, в дельте Нила, египетская Александрия призвана была расширить морскую торговлю этой страны. Город с широкими мощеными прямыми улицами воздвигался по единому проекту, разработанному лучшими греческими архитекторами.

Александр Македонский умер в возрасте 33 лет. В Александрии с величайшими почестями было погребено перевезенное из Вавилона его набальзамированное тело. Империя могущественного завоевателя распалась. В разных частях ее власть захватывают не поладившие между собой сподвижники Александра. Один из полководцев провозглашает себя царем Египта. Величественная Александрия становится столицей Египетского царства.

По примеру богатых греческих владык династия новых повелителей Египта Птолемеев задумывает привлечь в столицу лучших ученых и поэтов своего времени. В Александрии возникает невиданное учреждение — Храм Муз — Музей, или, точнее, в греческом произношении, Мусейон, который дает кров всем приглашенным в столицу знаменитостям.

Ученые и поэты жили в Мусейоне, освобожденные от повседневных забот, в избытке обеспеченные всем необходимым для плодотворной творческой работы. Они писали книги, изобретали, строили приборы, упражнялись в ораторском мастерстве.

Самой притягательной силой Храма Муз, которая особенно влекла к себе ученых со всех концов эллинистического мира, стала Александрийская библиотека. Она не знала себе равных.

В годы расцвета библиотеки в ней насчитывалось свыше полумиллиона рукописей.

Хранителем библиотеки, ее признанным главой и руководителем всегда назначался достойнейший из достойных александрийских мыслителей. При Птолемее III Эвергете этот пост занимал поэт Каллимах, автор поэмы «Волосы Вероники». Сменил Каллимаха в роли хранителя библиотеки географ и математик Эратосфен.

Не надо заблуждаться, будто бы поэты и ученые обретали по милости египетских царей рай на земле, будто бы они могли делать за царский счет все, что им заблагорассудится. Мусейон, по отзывам вольнолюбивых современников, был «золоченой клеткой», и попавшие в нее обязаны были прежде всего воспевать щедрость и мудрость богоравных правителей Египта. И тем не менее не знающее себе подобных творческое объединение наиболее образованных людей эпохи, собиравшихся в Александрии, приносило богатейшие плоды.

Из среды александрийских ученых вышел величайший математик древности Евклид. При участии многих обитателей Мусейона был воздвигнут Александрийский маяк — башня-колосс высотой в 120 *м*, признанная одним из семи чудес древнего мира. Маяк стоял подле Александрии, на острове Фарос, и в слове «фары» до сих пор живет для нас воспоминание об этом лучезарном александрийском гиганте.

Процветала в Мусейоне и астрономия. В течение 6—7 веков подавляющее большинство известных греческих астрономов, географов и картографов так или иначе были связаны в своей работе с александрийским Мусейоном.

В Александрии выполняли наблюдения Аристилл и Тимохарис, создавшие первый в античном мире каталог звездных положений. Там же работал и «Коперник древнего мира» Аристарх Самосский.

Среди заслуг Аристарха перед последующими поколениями астрономов есть одна, которая заметно выделяет его из плеяды всех других античных ученых. На основании своих астрономических наблюдений Аристарх Самосский отрицал центральное место Земли во Вселенной. Он утверждал, что Земля вращается вокруг Солнца.

К сожалению, Аристарх не обладал убедительными доводами, и его мысль была всего-навсего гениальной догадкой. Современники Аристарха продолжали придерживаться успевших укорениться геоцентрических взглядов Аристотеля.

Огромное значение для развития античной астрономии имели великолепные наблюдения Гиппарха. Этот крупнейший греческий астроном, уроженец малоазиатского города Никеи, жил и работал на острове Родосе, но также поддерживал тесный контакт с александрийскими учеными. В 134 г. до н. э. Гиппарх отметил на небе вспышку новой звезды в созвездии Скорпиона.



Александрийский астроном и географ Клавдий Птолемей (II век н. э.).

Считается, что именно это навело его на мысль переделать работу своих предшественников и составить для потомков подробный каталог с возможно более точным указанием положений на небе около тысячи звезд. Труд Гиппарха не пропал даром. Его каталог — древнейший из сохранившихся до нашего времени — служил многим поколениям астрономов.

Гиппарх первым ввел деление звезд по так называемым звездным величинам. Он разделил все видимые на небесном своде звезды по яркости на несколько классов. Самые яркие звезды он назвал звездами первой величины. Затем следовали звезды второй, третьей, четвертой звездной величины. Самым слабым из наблюдавшихся им звезд Гиппарх присвоил шестую звездную величину.

В результате остроумных измерений Гиппарх уточнил многие астрономические константы, которые послужили ему для создания новых таблиц движения Солнца и Луны. Такие таблицы Гиппарх вычислил на 600 лет вперед.

Наконец, во II в. н. э. в Александрии жил и работал величайший из астрономов древности Клавдий Птолемей[1]. Клавдий Птолемей собрал воедино и свел в разработанную математическую систему астрономические воззрения своих великих предшественников Евдокса, Аристотеля и Гиппарха. Исходя из убеждения в гармонии мира и совершенстве всех небесных тел, Птолемей сохранил традиционное представление о том, что планеты могут двигаться только равномерно и только по правильным круговым орбитам. Это, однако, резко противоречило фактически наблюдаемым движениям планет, которые описывали на небе петли, перемещаясь порой даже попятно — в обратном направлении.

[1] Птолемей — греческое имя; Клавдия Птолемея не следует связывать с династией египетских царей Птолемеев, правивших Египтом вплоть до завоевания страны римлянами в 30 г. до н. э.

Выход из трудного положения, намеченный предшественниками Птолемея, в математическом отношении был блистательно доведен им до логического конца. Все планеты, по мысли Птолемея, движутся равномерно по малым окружностям, называемым **эпициклами**. А центры эпициклов, в свою очередь, тоже равномерно движутся по большим воображаемым окружностям, называемым **деферентами**. Центром же всех деферентов служит расположенная в центре мира неподвижная Земля. Это была очень стройная геометрическая схема, важное достоинство которой состояло в том, что, подбирая соответствующие размеры воображаемых окружностей и скорости движения по деферентам и эпициклам, можно было дать довольно точную математическую теорию движения планет. Такая теория позволяла предвычислять характерные положения планет и периоды их попятного движения.

Работы Птолемея завершили длительный период развития греческой астрономии. Птолемей жил спустя восемь веков после Фалеса Милетского, и эпоха этого прославленного философа древности, родоначальника древнегреческой астрономической мысли была по времени так же далека от Птолемея, как от современного жителя Москвы далека эпоха князя Юрия Долгорукого.

Птолемей подвел черту не только под греческой, но и под всей античной астрономией. Он искуснейшим образом систематизировал буквально все предшествующие астрономические знания и подробным образом изложил их в уникальном труде «Великое математическое построение астрономии в XIII книгах». От греческого слова «величайший» этот трактат стали называть «Мэгистэ»; отсюда при переводе на арабский язык и возникло его искаженное название «Альмагест».

Вплоть до появления сочинения Николая Коперника «Альмагест» Птолемея оставался настольной книгой всех астрономов. Система мира Птолемея была признана христианской церковью и считалась непререкаемой истиной. Будучи при создании своем оригинальным математическим построением, птолемеева геоцентрическая система мира со временем превратилась в окостеневшую догму и стала в средние века страшным тормозом научного прогресса.

Новые наблюдения планетных движений все более и более не согласовывались с теми движениями, которые предвычислялись для них с помощью деферентов и эпициклов. Разногласия устранялись добавлением новых и новых малых эпициклов, число которых в конце концов перевалило многие десятки. Не мудрено поэтому, что когда в XIII в. испанскому королю Альфонсу X — любителю астрономии и покровителю астрономов — доложили как «устроен» мир, он недоуменно воскликнул: «О, если б мне довелось присутствовать в то время, когда бог творил мир, и он спросил бы моего совета,— мир был бы устроен намного проще!»

Александрийский Мусейон не воспитал больше астрономов, равных по всесторонности и глубине своих знаний Клавдию Птолемею. С началом римских завоеваний оригинальные научные исследования в очень многих областях знаний заметно сократились. Сами римляне, много способствуя развитию инженерного искусства, почти не достигли сколько-нибудь значительных результатов в области науки.

Превращение Египта в римскую провинцию не помешало развиться таланту Птолемея. Это было, пожалуй, даже закономерным. То была эпоха подведения итогов, эпоха создания сводных энциклопедических сборников по всем областям знаний: по географии — Страбоном, по естественной истории — Плинием, по медицине — Галеном.

Значение Александрийской библиотеки в первые века нашей эры уменьшилось. Впервые она серьезно пострадала в 48 г. до н. э. при осаде Александрии Юлием Цезарем. Впоследствии библиотеку и Мусейон сделали объектом своих нападок деятели христианской церкви.

В IV в. н. э. в Александрии стала жертвой религиозного фанатизма ранних христиан первая в мире женщина-астроном Гипатия, дочь математика Теона По наущению местного епископа она была растерзана возбужденной толпой верующих. Вскоре христиане подвергли разграблению и Мусейон, и библиотеку. Окончательно они погибли в 641 г. н. э. после завоевания Александрии арабами.

«Если в этой библиотеке содержатся только книги, толкующие Коран,— рассуждал, как гласит предание, предводитель завоевателей,— то они не представляют большой ценности, и их можно уничтожить. Если же в ней хранятся книги, противоречащие Корану, то они тем более подлежат немедленному уничтожению». Возможно, что примерно так и была решена судьба уникального книгохранилища античного мира.

АСТРОНОМИЯ АРАБСКОГО МИРА

В V в. н. э. Западная Римская империя, обескровленная восстаниями рабов и набегами соседних племен, прекратила свое существование. Города, крепости, поместья богачей подверглись опустошению и разгрому. Крупные очаги культуры античного мира сохраняются лишь на Балканском полуострове, в Малой Азии, Сирии, Египте и Палестине — в богатых областях, входивших в состав Восточной Римской империи — Византии.

Наибольшего расцвета Византийская империя достигла в VI в. н. э. при императоре Юстиниане. Затем последовал период кровопролитных войн с соседним Иранским царством, изнуривших как Иран, так и Византию. В результате обе страны стали добычей быстро окрепшего государства арабов.

Толчком и стимулом к объединению арабов, кроме экономических причин, послужило также возникновение мусульманской религии.

Вскоре после смерти пророка Магомета в первой половине VII в. арабы подчинили себе Аравийский полуостров и в несколько десятков лет завоевали всю территорию Иранского царства от Персидского залива до Кавказа, Сирию, Египет и Северную Африку. В дальнейшем при поддержке мавров они переправились через Гибралтарский пролив и за 3—4 года покорили почти всю территорию нынешней Испании.

Так менее чем за 100 лет возник огромный Арабский халифат, по размерам превосходивший Римскую империю во времена ее могущества. Арабы захватили огромные территории Средней Азии, Азербайджан, Армению, Грузию, халифат граничил с Индией, Китаем, его владения доходили до Центральной Африки.

Захват богатых стран с древней культурой оказал решающее влияние на общественный строй вновь возникшей мировой державы. Поначалу фанатичное мусульманское духовенство без пощады уничтожало культурные ценности других народов. Но постепенно арабская знать сливалась со знатью покоренных народов.

Центр халифата переместился из бедного Аравийского полуострова. Новыми столицами стали сначала Дамаск, потом Багдад. Арабы познакомились с наукой и литературой подвластных им народов, во многом усвоили их взгляды. В результате творческого объединения различных стилей, традиций, научных взглядов и получила начало арабская культура.

В странах Арабского халифата процветали архитектура, поэзия, математика, художественные ремесла. Но главенствующее место в деятельности ученых арабского мира занимали медицина и астрономия.

Арабские халифы считали своим долгом заботиться о своей текущей жизни и о своем будущем. Позаботиться об их здоровье призвана была медицина. Астрономия же должна была взять на себя предсказание будущего. Именно арабские звездочеты заметно развили астрологические верования древних халдеев.

С крушением Римской империи астрономия в Европе приходит в полный упадок. Она совершенно не интересует покорителей Рима — ни готов, ни гуннов, ни франков, ни вандалов. Арабы же сумели сохранить и приумножить великое астрономическое наследие античности. Древняя наука греков, сирийцев, иранцев, среднеазиатских народов продолжала жить на арабском языке.

Подобно заботливой няне, бережно отпаивающей молоком зачахшего от тяжелой болезни ребенка, ученые арабского мира сберегали от дальнейшего уничтожения и собирали древние приборы, рукописи, изучали методы наблюдений, применяемые

античными авторами. Они переводили на арабский язык сочинения греческих мыслителей, составляли комментарии, писали учебники. Но их работа не сводилась к простому копированию чужих исследований. Арабские ученые строили обсерватории, конструировали новые приборы, выполняли многочисленные самостоятельные наблюдения.

Большую заботу о сохранении наследия античной Греции проявил герой сказок «Тысячи и одной ночи», могущественный багдадский халиф конца VIII в. Гарун аль-Рашид. Еще дальше пошел его сын и преемник халиф Аль-Мамун. В мирный договор с византийским императором по требованию Аль-Мамуна был специально вставлен пункт о передаче ему многочисленных греческих рукописей. Среди них попало в руки арабов и было переведено на арабский язык «Великое математическое построение» Клавдия Птолемея.

Аль-Мамун превратил Багдад в средоточие культурной и научной жизни стран Арабского халифата. Именно по приказанию Аль-Мамуна арабские ученые вновь провели измерения размеров Земли. Представления о шарообразности Земли не противоречили Корану, и поэтому такая работа не считалась у мусульман вредной.

В пустыне Синджар, что неподалеку от древнего города Пальмиры, две группы астрономов разошлись вдоль по меридиану на север и на юг, измеряя пройденный путь и изменение высоты звезд над горизонтом. Таким методом — по сути это был тот же старый метод Эратосфена — арабы промерили длину одного градуса меридиана и заново вычислили радиус земного шара.

Значительный вклад в развитие культуры арабского мира внесли народы, которые населяют ныне советские республики Средней Азии. В эпоху Арабского халифата из Средней Азии вышли такие выдающиеся астрономы, как Аль-Хорезми и Аль-Бируни. В XV в. в Самарканде жил величайший астроном своего времени Улугбек.

Улугбек был любимым внуком кровавого завоевателя Азии Тимура, который в XIV в. подчинил себе огромную державу со столицей в Самарканде. Несмотря на все усилия деда воспитать в Улугбеке несгибаемый воинственный дух, этого ему так и не удалось. После ряда неудачных военных походов Улугбек окончательно охладевает к славе воителя. Он предпочитает уделять время любимым научным занятиям.

Улугбек осуществляет строительство вблизи Самарканда огромной обсерватории, равной которой история до него еще не знавала. На вершине холма, в саду, среди небольших жилых построек для наблюдателей, высилось трехэтажное цилиндрическое здание обсерватории. Внутри здания, вдоль меридиана с точностью до 10′ располагался главный угломерный инструмент обсерватории, называемый в е р т и к а л ь н ы м к р у г о м. Это была

поставленная на ребро четвертая часть окружности радиусом 40,6 *м*.

Чтобы не возводить чересчур высокого здания, строители поместили нижнюю часть вертикального круга в траншею, уходящую в скальный грунт на глубину 11 *м*. Надземная же часть этого угломерного инструмента высотой около 30 *м* была выложена из кирпича. Общая протяженность дуги вертикального круга достигала, по-видимому, 63 *м*.

Рабочая поверхность вертикального круга была разделена посередине глубокой бороздкой, так что он был похож как бы на две стоящие рядом друг с другом дуги окружности. Обе эти дуги были облицованы мраморными плитками с делениями, проведенными через каждый градус и обозначенными соответствующими арабскими цифрами. Внутри центральной бороздки перемещалась маленькая тележка с приспособлением для точного отсчета высот светил над горизонтом.



Скульптурный портрет Улугбека (1394—1449). После вскрытия его гробницы в 1941 г. реконструкция внешнего облика Улугбека была выполнена по черепу известным скульптором-антропологом профессором М. М. Герасимовым.

Обсерватория Улугбека до наших дней не сохранилась, но в результате раскопок, выполнявшихся в начале XX в. и повторно после Великой Отечественной войны, была найдена вырубленная в скале траншея и подземная часть гигантского вертикального круга. В наши дни ее может осмотреть каждый, кто побывает в древнем Самарканде.

Улугбек не только сам занимался астрономическими наблюдениями, но и собирал вокруг себя известных астрономов. С помощью описанного вертикального круга и других инструментов в обсерватории Улугбека были составлены точнейшие для того времени новые астрономические таблицы — каталог 1018 звезд, не знавший себе равных по полноте и точности вплоть до XVII в. Улугбек и его соратники из своих измерений уточнили значения многих важных астрономических величин.

После смерти отца Улугбек, которому тогда перевалило уже за 50 лет, стал главой династии Тимуридов. Но в этой роли он сумел продержаться только три года. Многочисленные враги Улугбека сгруппировались вокруг его сына, и вскоре сын объявил Улугбеку открытую войну.

Проиграв сражение с войсками сына, Улугбек добровольно отдался в руки победителей. Его приговорили к паломничеству в священный город мусульман Мекку. Но едва Улугбек отправился в путь, как в ближайшем же кишлаке его настигли

посланные вдогонку палачи. Его связали, вывели во двор и ударом меча отрубили голову.

Ближайшие сподвижники Улугбека по астрономическим исследованиям, спасая материалы наблюдений, успели покинуть Самарканд. Здание обсерватории подверглось варварскому разграблению. В дальнейшем уже полуразрушенное здание разбиралось на другие постройки и в конце концов было полностью уничтожено.

Сын пережил Улугбека всего на полгода. После этого тело Улугбека было перенесено в знаменитый мавзолей Гур-Эмир и с почестями предано земле рядом с телом Тимура. Слова надписи на могильной плите Улугбека проклинают Абдул-Лятифа, отцеубийцу.

Узбекский астроном Улугбек, величайший астроном-наблюдатель XV в., стал самой яркой фигурой в ряду тех ученых, которые развивали античную науку после арабских завоеваний.

С X в. арабская наука через Испанию начала проникать в Европу. Европейцы мало-помалу знакомились с арабскими переводами древних сочинений, сами переводили их на латинский язык, овладевали основами арабской математики, которая звалась алгеброй, учили арабские названия звезд. С эпохой Возрождения наступает новый подъем астрономии в Европе.

ВЕЛИКИЙ КОПЕРНИК

19 февраля 1973 г. исполнилось 500 лет со дня рождения в городе Торуне Николая Коперника, автора гелиоцентрических представлений о строении Солнечной системы, создателя новой астрономии. Идеи Коперника привели к революционному перевороту не только в астрономии, но и во всем естествознании. Многие века имя «великого еретика» Коперника служило знаменем в борьбе передовых ученых против рутины, отживших схоластических догм.

Жизнь Коперника протекала в бурную, противоречивую, богатую событиями эпоху Возрождения. С гибелью Западной Римской империи в V в. н. э. научная деятельность на значительной части Европейского континента практически угасла. Население бывших римских провинций — освобожденные рабы и их освободители-варвары бьются в тисках голода и разрухи. Эпидемии опустошают города и села.

Наследницей рухнувшей империи стала католическая церковь. Ее глава папа римский заимствовал многие атрибуты власти римских императоров. По образному выражению английского философа Гоббса, папство «представляет собой не что иное, как привидение умершей Римской империи, сидящее в короне на ее гробу».

Католическая церковь призывает людей заботиться не о бренном бытии тела на грешной земле, а аскетическим подвижничеством вымаливать право душе найти прибежище в загробном «царствии небесном». Говоря словами кардинала Барония, «намерения святого духа заключаются в том, чтобы учить нас не тому, как движутся небеса, но тому, как придвинуться к небесам».

Церковь вмешивается, накладывая свое вето, во все проявления творческой мысли. Ослушников ждет тяжкая кара. Процветают богословие и схоластическая книжная наука.

Однако такое состояние не могло сохраняться бесконечно. Формирующиеся взамен рабовладельческих феодальные производственные отношения облегчают экономическое положение Европы. Развиваются ремесла и торговля. Европейцы заново открывают для себя величие античных архитектурных памятников, достижения науки и искусства древнего мира. Этому заметно способствует завоевание турками Византии: беженцы из побежденного Константинополя несут в Европу следы древних восточных культур.

Подъем, начавшийся в разбогатевшей благодаря торговле Флоренции, охватывает всю Италию и проникает в соседние страны. Так начинается тот важный период истории средневековой Европы, который мы называем эпохой Возрождения античных наук и искусств.

Ослабив путы религиозных ограничений, наука и искусство в Европе в XIV—XV вв. за короткие сроки добиваются поразительных результатов. В центре внимания общества оказывается не верующий фанатик и не бесплотный аскет, а человек духовно богатый и физически сильный, с его переживаниями и душевными порывами, с его тягой к подвигу и познанию истины. От латинского слова humanus — «человеческий» новое течение получает название г у м а н и з м. Люди зачитываются произведениями великих гуманистов Данте, Петрарки и Боккаччо.

На протяжении XV—XVI вв. мир разрастается на глазах. Колумб достигает Нового Света. Эскадра Магеллана совершает первое кругосветное путешествие. Европейские мореплаватели с компасом в руках узнают новые океаны и моря, острова и материки, невиданные горы и реки, растения и животных.

Жизнь Коперника и гений Коперника целиком принадлежат эпохе Возрождения. Его современниками были Леонардо да Винчи, Колумб, Магеллан, Васко да Гама, Микеланджело Буонарроти и Рафаэль.

Коперник был свидетелем яростных столкновений и раскола в рядах католиков. На его памяти профессор Виттенбергского университета Мартин Лютер прибил к дверям церкви «95 тезисов» и публично сжег папскую буллу. Каноник Коперник был свидетелем и ответной реакции католической церкви — рождения

ордена иезуитов с их беспримерным девизом «цель оправдывает средства».

События этого бурного времени наложили свой отпечаток на личность Коперника, научная деятельность которого сама стала едва ли не самой высокой из вершин эпохи Возрождения.

Николай Коперник, отец будущего астронома, краковский купец, поселился в прусском городе Торуне вскоре после освобождения его от власти рыцарей Тевтонского ордена.

Время на границах Польши было неспокойным. Тевтонский орден при поддержке всего немецкого рыцарства стремился округлить свои владения на побережье Балтийского моря. Рыцари порабощали коренное население — полабских и балтийских славян, захватывали их исконные земли. В битве при Грюнвальде в 1410 г. орден потерпел поражение от объединенных сил поляков, литовцев и русских, но борьба с захватническими набегами рыцарских отрядов в прибалтийских землях не утихала.

В Торуне у купца Коперника родилось четверо детей, но воспитать всех он не успел. Младший сын, тоже Николай, лишился отца в десятилетнем возрасте. Воспитание способного мальчика взял на себя его дядя, брат матери, каноник, а вскоре и епископ Вармийской епархии.

Вармия — большое владение на границах Польши и Тевтонского ордена — имела права самостоятельного княжества, но признавала вассальную зависимость от Польши. Положение епархии было настолько своеобразным, что деятельность вармийского епископа и управляющего епархией капитула была непростой даже для видавшего виды духовенства того времени. Вармийский епископ должен был не столько играть роль духовного пастыря, сколько быть опытным дипломатом и смелым военачальником. Лукаш Веченроде, воспитатель подрастающего Николая Коперника, по-видимому, сочетал в себе эти качества. Он учился в нескольких университетах, много читал, был умен и энергичен. Те же качества Лукаш Ваченроде хотел привить и своему племяннику.

Епископ обладал крутым нравом, жизнь сделала его замкнутым и сумрачным, но к любимому племяннику Лукаш Ваченроде относился с сердечной теплотой. Благодаря заботам дяди Николай Коперник получил великолепное образование. Дядя сам обучил юношу древним языкам. В 19 лет Николай Коперник отправился в столицу Польши Краков, где поступил на факультет свободных искусств знаменитого Ягеллонского университета. Именно в Кракове оформилась тяга Коперника к астрономическим исследованиям.

В дальнейшем, даже будучи благодаря протекции дяди заочно избранным каноником Вармийской епархии, Коперник продолжал образование в Болонье, Риме, Падуе и Ферраре. Дважды посещая Италию, родину средневекового гуманизма, Коперник лично познакомился с многими видными учеными своего

времени. Здесь же он узнал о высказываниях Аристарха Самосского и других античных авторов, которые оспаривали правильность учения о центральном положении Земли во Вселенной.

В конце 1503 г., 30 лет от роду Николай Коперник, доктор канонического права, медик, художник, математик и астроном возвращается навсегда в Польшу. Жизнь Коперника протекает в замке Лидзбарк, резиденции дяди-епископа, но он часто посещает и Фромборк, где пребывал вармийский капитул. Незадолго до смерти дяди Коперник полностью перебирается во Фромборк. Здесь он располагается в одной из башен фромборкского собора, используя по ночам площадку прилегающей стены в качестве домашней обсерватории. Коперник наблюдал небо с помощью небольших деревянных инструментов, построенных им самим. «Башня Коперника» во Фромборке сохранилась доныне.

Каноник Вармийской епархии, Николай Коперник принимал активное участие в делах капитула, как патриот отстаивая интересы своей родины от посягательств рыцарей-крестоносцев. В 1520 г., во время войны между Польшей и Тевтонским орденом, Коперника назначают комендантом отдаленной крепости Ольштын. Оборона Ольштына под руководством Коперника была организована настолько четко, что рыцарям так и не удалось овладеть этой крепостью.

Коперник много заботился об улучшении экономического положения края, благосостояние которого постоянно подрывалось разбойничьими набегами крестоносцев.

В 1523 г., в связи со смертью очередного епископа, Коперник полгода управляет всеми владениями, выполняя обязанности главного администратора Вармийской епархии. Помимо административно-общественной деятельности, он как искусный врач никогда не отказывает своим согражданам в медицинской помощи. До наших дней сохранились выписанные рукой Коперника рецепты на лекарства.

Но главным в жизни Коперника по-прежнему остается разработка новой теории строения мира. Еще в Италии он выполнил наблюдения, которые лишний раз заставили его усомниться в правоте теории Птолемея. Разобравшись в тонкостях описания движения Луны с помощью деферентов и эпициклов, Коперник узнал, что во время так называемых квадратур (в первой и в последней четверти) Луна в соответствии с теорией Птолемея должна бы находиться вдвое ближе к Земле, чем в новолуние или в полнолуние. Очевидно, будучи вдвое ближе, Луна должна казаться по размеру вдвое больше. Коперник выполнил самостоятельные измерения лунного диска и убедился, что расстояние между Землей и Луной от квадратур до полнолуния не только не меняется вдвое, но остается практически одинаковым.

Мысли о том, что Земля — лишь одна из планет, которая вместе со всеми другими планетами вращается вокруг Солнца, а



Николай Коперник (1473—1543).

Луна вращается вокруг Земли, созрели у Коперника, по-видимому, к 1510 г. Коперник нашел объяснение того, почему в движениях Солнца и планет есть много общего. Это вовсе не случайно, думал Коперник, а следствие того, что и Солнце, и планеты мы наблюдаем, двигаясь вместе с Землей.

Конечно, ученым древности было трудно представить себе, что странные движения планет объясняются движением Земли. Им не приходилось путешествовать в удобных экипажах или на больших судах, где люди, как и на земле, могут спокойно ходить, есть и пить. В их распоряжении были только верблюды, тряские повозки да небольшие суденышки, которыми разбушевавшиеся моря играли как хотели. И древним ученым в большинстве своем, естественно, казалось, что если громадная Земля тронется со своего места, то она так тряхнет все существующее на ней, что ничего не останется.

Коперник мысленно «сдвинул» Землю и «заставил» ее обращаться вокруг Солнца. И петлеобразные движения планет сразу же нашли простое объяснение. Ведь когда смотришь, например, из окна движущегося экипажа, то и дома, и люди одинаково убегают назад. На самом же деле дома стоят на месте, а люди идут в разные стороны.

Так же и на небе. Мы следим за движениями планет, двигаясь вместе с Землей вокруг Солнца, и поэтому нам кажется, что они описывают на небе замысловатые петли. На самом же деле все они одинаковым образом вращаются вокруг Солнца. Не чувствуем же мы движения Земли просто потому, что она движется очень плавно.

Коперник не спешил предавать гласности такие крамольные мысли. Только в 1515 г. он закончил свою первую небольшую астрономическую работу, называемую обычно «Малым комментарием». Опубликована она не была, а разошлась по знакомым в рукописных копиях.

«Малый комментарий» и устная молва об удивительных исследованиях фромборкского каноника еще больше укрепили его известность как выдающегося астронома. Но годы идут, а главная книга Коперника, подводящая итог всех его исканий, в печати по-прежнему не появляется. Коперник-ученый безгранично требователен к своей работе и не щадит сил для ее отделки. Коперник-каноник знает обстановку и осторожен в своих поступках.

Много наслышавшись о необыкновенном польском астрономе, в 1539 г. во Фромборк спешит Георг Иоахим фон Лаухен, прозванный Рэтиком,— молодой талантливый профессор математики Виттенбергского университета. Приветливо встреченный 66-летним Коперником, Рэтик знакомится с рукописью его книги, которая, к величайшему удивлению гостя, оказывается полностью подготовленной для печати. Рэтик изучает рукопись, и труд Коперника производит на молодого математика огромное впечатление. Под свежим впечатлением он пишет в форме письма своему другу популярную брошюру, излагая все основные тезисы нового коперниковского учения.

Доступная книга Рэтика «Первый рассказ» подготавливает почву для восприятия сложного сочинения Коперника, требующего хорошей математической подготовки. Рэтик преклоняется перед Коперником и с пылом, свойственным молодости, убеждает его безотлагательно опубликовать свое великое творение.

Но Коперник вовсе не рвется к славе. Всю жизнь он сохраняет за собой скромное звание каноника. Он всегда был чужд поисков денег и почестей, он мудр и не поспешен в своих решениях. Наконец Коперник, после долгих раздумий, соглашается.

Поначалу редактирование текста берет на себя деятельный Рэтик, но впоследствии надзор за подготовкой книги к изданию, процессом при ручном наборе очень кропотливом и трудоемком, переходит к протестантскому богослову Андрею Оссиандеру. Книгу печатают в далеком Нюрнберге.

Труд Коперника был снабжен предисловием, в котором он образно изложил и свое отношение к астрономии, и свое кредо ученого. «Из числа многочисленных и разнообразных искусств и наук, пробуждающих интерес и являющихся живительной силой для человеческого разума,— начинает свой труд Николай Коперник,— по моему мнению, с величайшим жаром следует себя посвятить тем, которые исследуют круг предметов, наиболее прекрасных и наиболее достойных познания. Таковыми являются науки, которые изучают чудесные обращения во Вселенной и бег звезд, их размеры и расстояния, их восход и заход, а также причины всех иных небесных явлений, а затем объясняют все строение мира. А что есть прекраснее, чем небо, охватывающее все, что прекрасно?.. Следовательно, если достоинство наук оценивать по их предмету, то, несомненно, первейшей из них была та, которую одни называют астрономией, другие — астрологией, а многие в прошлом — вершиной математики. И не удивительно, поскольку именно эта наука, будучи вершиной свободных наук и наиболее достойной благородно мыслящего человека, опирается почти на все разделы математики; арифметика, геометрия, оптика, геодезия, механика и иные, какие

еще могут существовать,— все они являются ее составной частью».

Спустя некоторое время Коперник дослал в Нюрнберг еще и введение к книге, содержащее посвящение своего труда папе римскому Павлу III. Он хорошо отдает себе отчет, сколько разного рода преград предстоит встретить его новому учению. «...Быть может, в будущем появятся пустые зубоскалы, которые, хоть и не смысля ничего в математике, позволят себе все же на основании какого-нибудь места из священного писания по злой своей воле хулить мое учение или нападать на него. Я вовсе не буду этим огорчен, а к их суждениям отнесусь с презрением. Всему миру известно, что Лактанций, знаменитый писатель, но очень слабый математик, говорит совсем по-детски о форме Земли, издеваясь над теми, кто открыл, что Земля имеет форму шара. Поэтому людям науки не следует удивляться, если подобные люди осмеют и меня».

Оссиандер вводит в книгу посвящение папе римскому, однако исключает первоначальное предисловие Коперника. Он заменяет его своим собственным предисловием, в котором в угоду удобной для религии точке зрения развивает мысль, что автор вовсе не преследует цели дать обзор мироздания и выяснить истинное положение Земли во Вселенной, а его взгляды являются всего-навсего математической гипотезой, облегчающей расчеты планетных движений. Оссиандер не подписал своего предисловия, и читатель, естественно, должен был заключить, что оно написано собственноручно самим Коперником.

История осудила Оссиандера как издателя, совершившего анонимный подлог. Но увидела ли бы вообще свет революционная, «еретическая» книга Коперника без той умелой маскировки, которую обеспечивало ей противоречащее всему содержанию книги предисловие Андрея Оссиандера?

Печатание сочинения фромборкского каноника затянулось до 1543 г. Наконец, авторские экземпляры манускрипта «Николая Коперника из Торуня, об обращениях небесных сфер, в шести книгах» покинули стены печатной мастерской. Они достигли Фромборка, когда отличавшийся всю жизнь завидным здоровьем Коперник тяжело заболел и слег. Книга застала 70-летнего астронома на смертном одре.

За несколько часов до последнего вздоха Копернику передали экземпляр только что полученного сочинения. Он смотрел на свою книгу невидящими глазами, и мысли его были уже далеко. Книга Коперника вышла тиражом около тысячи экземпляров.

Коперника похоронили без излишних почестей, в братской могиле под полом Фромборкского собора.

Протестанты, требовавшие неукоснительного возвращения не только к духу, но и к букве Библии, тотчас подвергли книгу Коперника насмешкам и осуждению. Это обстоятельство заставляло враждующих с протестантами католиков быть гораздо

сдержаннее. Существовали и другие причины: предисловие Оссиандера, духовный сан Коперника, посвящение папе римскому, трудность изложения, требовавшая основательной математической подготовки,— все вместе привело к тому, что книга не была запрещена сразу же после ее выхода. Она попала в католический «Индекс запрещенных книг» лишь в 1616 г., уже после того, как учение Коперника стало разящим оружием в руках Джордано Бруно, Иоганна Кеплера и Галилео Галилея.

ЗАКОНОДАТЕЛЬ НЕБА

Переходя на язык житейских сравнений, можно сказать, что на протяжении веков астрономия страдала тяжелым хроническим заболеванием. Для своего времени Клавдий Птолемей внес в эту науку вклад величайшего значения: завершая труды ученых предшествующих поколений, Птолемей предложил стройную геометрическую картину, которая позволяла заранее предвычислять положения планет и составлять астрономические таблицы.

Сам Птолемей был далек от мысли, что окружающий мир устроен в каком-то соответствии с его математической моделью. Он пользовался деферентами и эпициклами для математических расчетов точно так же, как повсеместно пользуемся мы теперь нанесенной на глобусе сеткой меридианов и параллелей, хотя никому не приходит в голову утверждать исходя из этого, что такая сетка действительно нарисована черной краской на поверхности Земли.

Птолемей поставил астрономию на научные рельсы, он свел воедино формулы, которые позволяли не гадать, а научно предвидеть взаимные положения планет на многие десятилетия вперед. Но в конечном счете идеи Птолемея были истолкованы как физическая картина устройства мира, они были беспредельно усложнены многократным добавлением новых деферентов и эпициклов и, превратившись в окостеневшую церковную догму, стали хронической внутренней болезнью астрономии.

Коперник, подобно Птолемею, также обобщил труды своих предшественников, и его справедливо уподобить прозорливому врачу, который не только обнаружил болезнь астрономии, не только заговорил о ней во всеуслышание, но и сумел поставить правильный диагноз и указать способы лечения.

Не надо думать, что прописанное Коперником лекарство молниеносно возымело действие. Находились люди, которые вообще отрицали, что астрономия тяжело больна. «Кто осмелится поставить авторитет Коперника выше авторитета Духа святого?» — так спрашивал своих прихожан реформатор католической церкви Кальвин. Находились люди, готовые искать болезнь совсем в другом месте. Наконец, третьи пытались согла-

совать точки зрения Коперника и Птолемея. Но так или иначе мимо взглядов Коперника нельзя было пройти молча. Коперника надо было или опровергнуть, или признать его правоту.

Коперник разрушил средневековую ограниченность, поколебал веру в то, что вся Вселенная создана исключительно в угоду человеку. Проблема мироздания благодаря Копернику оказалась в центре внимания ученых XVI—XVII вв.

Двигаясь по следам знаменитых астрономов прошлого, мы подошли к знакомству с Тихо Браге, заносчивым датским дворянином, великим астрономом-наблюдателем XVI в., первым человеком, который, не имея телескопа, сумел превзойти по точности самаркандские наблюдения Улугбека.

Тихо Браге родился в 1546 г. и в юности, учась в университете, немного увлекался астрономией. В 26 лет он увидел явление, аналогичное тому, которое за 1500 лет до него побудило взяться за составление звездного каталога грека Гиппарха. Тихо Браге вместе со своими современниками увидел вспышку новой звезды в созвездии Кассиопеи, которая разгорелась на небе в 1572 г., была видна даже днем, а два года спустя, постепенно уменьшая свой блеск, совершенно исчезла из виду, оставив человечество в большом недоумении и сильно поколебав его доверие к аристотелевым философским догмам относительно неизменности мира «неподвижных» звезд.

Браге выполнил тщательные измерения и зарисовки новой звезды 1572 г. После долгих колебаний, совместимо ли издание астрономических трактатов с достоинством датского дворянина, Тихо Браге, возмущенный обилием домыслов, которые без конца помещались в различных сочинениях, решился выпустить в свет и свою собственную книгу. Она имела успех. На Тихо Браге обратили внимание как на мастера тонких астрономических измерений. Ему повезло: датскому королю намекнули, что в лице Тихо Браге, если тот покинет Данию, королевство рискует потерять известного ученого.

Король Фредерик II, не желая упускать случая прославиться, пожаловал Тихо Браге в ленное владение остров Гвен, расположенный недалеко от Копенгагена, в Эресуннском проливе. Здесь Тихо Браге были предоставлены достаточные финансовые возможности, и он провел на острове Гвен свыше 20 лет.

Под руководством Тихо Браге было запроектировано и построено несколько новых астрономических инструментов. Они не были так громоздки, как вертикальный круг Улугбека, а развившееся искусство ремесленников позволило сделать их еще более точными. Тихо Браге оборудовал на Гвене две обсерватории. Одну из них он назвал Ураниборг — «дворец астрономии» и наблюдал в ней сам. Вторую же — Стьернеборг — «звездный дворец» он отвел для своих многочисленных ассистентов и учеников.

В старых книгах по истории астрономии ходят рассказы о том, что из-за плохого характера и дворянского высокомерия Тихо Браге постоянно ссорился с окружающими и даже дрался на дуэлях. В одном из поединков он лишился кончика носа и, заботясь о сохранении внешности, пользовался серебряным протезом.

Характер у Тихо Браге был, по-видимому, действительно тяжелый, и после смерти короля Фредерика II он через несколько лет напрочь поругался и с придворными, и со своими помощниками, в результате чего вынужден был в 1597 г. покинуть Гвен.

После двухлетних скитаний по Германии Тихо Браге поселился в столице Священной Римской империи Праге, в императорской резиденции Рудольфа II, на положении придворного астролога и алхимика. Ему исполнилось 53 года и силы были уже не те. Кроме того, будучи непревзойденным наблюдателем, он был, по-видимому, неважным теоретиком. Отдавая должное Копернику как великому ученому, Браге считал основной целью своих наблюдений опровержение учения Коперника. Он хотел согласовать взгляды Птолемея и Коперника, полагая, что планеты действительно вращаются вокруг Солнца, как говорит Коперник, но зато уж Солнце вместе со всеми планетами вращается вокруг Земли, как говорит Птолемей. Однако ни сам Тихо Браге, ни оставшийся верным ему ученик Лонгомонтан не были в состоянии использовать и математически обработать уникальные по точности материалы двадцатилетних наблюдений планет. Браге настойчиво искал себе такого помощника, который самостоятельно справился бы с этой головоломной задачей.

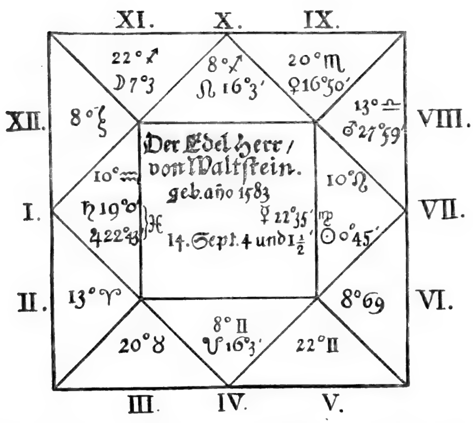
В 1600 г. на площади Цветов в Риме был сожжен за свои убеждения Джордано Бруно. В том же году у Браге появился новый помощник — немец Иоганн Кеплер.

Отношения Браге с Кеплером стали натянутыми чрезвычайно быстро. «Тихо такой человек,— писал о нем Кеплер,— с которым нельзя жить, не перенося жестоких оскорблений». Но дни Тихо Браге были уже сочтены. Он умер в 1601 г., оставив Кеплеру сундук с бесценными результатами своих наблюдений и завещав опровергнуть учение Коперника.

Кеплеру в это время исполнилось 30 лет. Испытавший беспросветную нужду и голод, обездоленное детство и религиозные преследования, безгранично преданный астрономии, ученый и мистик, астролог и блестящий математик, неудачник и счастливец одновременно, Кеплер представляет собой одну из наиболее драматичных фигур в истории астрономии.

«Я писал свою книгу для того, чтобы ее прочли, теперь или после — не все ли равно? — так замечает Кеплер в своей книге «Гармонии мира».— Она может сотни лет ждать своего читателя, ведь даже самому богу пришлось шесть тысяч лет дожидаться того, кто постиг его работу». Это замечание как нельзя

Horoscopium gestellet durch
Ioannem Kepplerum
1608



Гороскоп, составленный Иоганном Кеплером в 1608 г. для будущего известного полководца времен Тридцатилетней войны Альберта Валленштейна.

лучше отражает гордый, независимый характер Кеплера, которого не сломили самые тяжелые лишения.

Иоганн Кеплер родился в 1571 г. в городке Вейль-дер-Штадт, в Вюртемберге. Его родители были протестантами. Отец, разорившийся мелкий торговец, отправился ландскнехтом в Нидерланды. Мать, женщина сварливая и грубая, была пьяницей. В раннем детстве Иоганн заболел оспой, и просто чудо, что при своем слабом здоровье он вообще остался жив.

Убедившись в полной никчемности сына для обычной работы, родители отдали его учиться. Здесь Иоганн показал себя с лучшей стороны и, как подававший особые надежды, переводился из одного церковного учебного заведения в другое, пока не окончил в 22 года Тюбингенскую духовную академию, которая готовила протестантских богословов. В Тюбингене Кеплер тайком познакомился с учением Коперника.

После окончания академии Кеплер занялся преподаванием и выпустил первую большую астрономическую книгу «Предвестник космографических сочинений, содержащий космографическую тайну об удивительном соотношении пропорциональности небесных сфер, о причине числа небес, их величинах, о периодических их движениях, общих и частных, объясненную из пяти правильных геометрических тел».

С современной точки зрения идеи Кеплера, изложенные в этой книге, выглядят довольно дикими. Суть их состоит вот в чем.

Математикам известны всего пять правильных многогранников: тетраэдр (четырехгранник, правильная пирамида с равносторонним треугольным основанием, равным боковым граням), куб (шестигранник), октаэдр (восьмигранник с гранями из равносторонних треугольников), додекаэдр (двенадцатигранник с гранями в виде пятиугольников) и икосаэдр (двадцатигранник с гранями в виде равносторонних треугольников). С другой сто-

роны, Кеплер знал вычисленные Коперником расстояния от Солнца до шести известных в то время планет.

Кеплер предположил, что, поскольку в мире должна существовать полная математическая гармония, пять планетных «сфер» могут располагаться вокруг Солнца таким образом, чтобы между ними вписывались правильные многогранники.

Проделанная Кеплером вычислительная работа была под силу только незаурядному математику. Между самыми далекими сферами Сатурна и Юпитера он поместил куб так, чтобы вершинами он касался сферы Сатурна, а гранями — сферы Юпитера. Между Юпитером и Марсом Кеплер поместил тетраэдр и т. д. с тем же расчетом, чтобы гранями каждый многогранник касался внутренней, меньшей сферы, а вершинами был вписан во внешнюю, бóльшую сферу.

«Предвестник» был встречен научной общественностью с большим воодушевлением. Попытка дать геометрическую картину мира в духе Птолемея с учетом идей Коперника импонировала многим. Отмечалась также блестящая математическая подготовка автора. Ознакомившись с «Предвестником», Тихо Браге тотчас решил, что Кеплер — тот единственный и незаменимый помощник, в котором он так нуждается.

Стиль работы Кеплера оставался неизменным всю жизнь. Он был великим математиком-вычислителем, который постоянно с беспримерным упорством искал гармонию мира и его частей, который хотел всю совокупность природных явлений выразить числом и мерой. Многое из того, что сделал Кеплер, кажется сегодня наивным. Он, например, «точно» вычислил толщину последней хрустальной сферы, на которой укреплены неподвижные звезды. Но, разумеется, не это заставляет нас склонить голову перед несгибаемой волей «законодателя неба». Кеплер действительно первым нашел законы, которым подчиняются движения планет.

Восемь лет после смерти Тихо Браге императорский математик Кеплер, не получавший ни гроша за свою работу от императора, перебивавшийся составлением гороскопов и случайными заработками, живший впроголодь в вопиющей бедности, искал путь движения Марса. По его собственным словам, «размышляя и соображая, он чуть не сошел с ума». Но он нашел то, что искал.

В 1609 г. вышла в свет «Новая астрономия, причинно обоснованная, или физика неба, изложенная в исследованиях движения звезды Марс, по наблюдениям благороднейшего мужа Тихо Браге». В этой гениальной книге Кеплер впервые сформулировал те положения, которые мы называем теперь первым и вторым законами Кеплера:

каждая планета движется по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце;

планеты движутся по своим орбитам с переменной скоростью таким образом, что площади, описываемые радиусом-вектором от центра Солнца до планеты за равные промежутки времени, оказываются равными.

Третий закон, который был, с точки зрения Кеплера, самым всеобъемлющим, ему удалось найти не скоро: еще через 10 лет бесконечных вычислений, бесчисленного варьирования данными, после сотен неудачных выкладок, которые не обескураживали и не останавливали Кеплера. Этот третий закон приведен им в книге «Гармонии мира», вышедшей в 1619 г.: *квадраты периодов обращения планет пропорциональны кубам больших полуосей их орбит.*

В «Гармониях мира» больше, чем в других сочинениях Кеплера, нашел отражение мистический элемент его творчества. Он искал гармонии планетных движений с геометрическими фигурами, с теорией чисел, с музыкой сфер. Многое из того, что вдохновляло его, оказалось ложным. Но последующие поколения нашли у Кеплера то, что позволило заняться дальнейшим развитием астрономии.

За 10 лет — от «Новой астрономии» до «Гармоний мира» — Кеплеру пришлось пережить такое, что редко выпадает на долю одного человека. Его жена и сын умерли во время эпидемии оспы. Он женился вторично, но вынужден был скитаться по Германии; в Европе бушевала 30-летняя война, окрашенная неистощимой религиозной ненавистью. Протестанту Кеплеру не находилось места среди католиков — несколько раз, спасая жизнь, ему приходилось бежать из городов. Престарелая мать Кеплера в течение 6 лет подвергалась преследованиям и сидела в тюрьме по обвинению в колдовстве, и только нечеловеческие усилия сына, императорского математика, спасли ее от пыток и костра. В качестве астролога Кеплер нанимается на службу к известному полководцу той эпохи, капризному и грубому Валленштейну. И опять полное отсутствие средств к существованию, нищета, голод, клеймо «протестантского еретика» и «сына ведьмы».

Но Кеплер продолжает работать, несмотря ни на что. Его книги сжигают, но он пишет новые. Он выпускает «Сокращение коперниковой астрономии», которое тут же попадает в «Индекс запрещенных книг». Это руководство с последовательным изложением гелиоцентрической системы мира написано Кеплером уже после 1616 г., когда учение Коперника было официально запрещено.

В 1627 г. Кеплер завершает завещанную ему Тихо Браге обработку наблюдений на Гвене и выпускает астрономические таблицы, названные в честь императора Рудольфа II так: «Рудольфовы таблицы всей астрономической науки, начатые впервые Тихо Браге, продолженные и доведенные до конца Иоганном Кеплером». С помощью этих таблиц Кеплер предсказал ряд





Памятные медали с портретом Иоганна Кеплера, выбитые в 1971 г. в СССР и Чехословакии (вариант), в связи с торжественным празднованием 400-летия со дня его рождения.

редких астрономических явлений, в том числе прохождение Венеры по диску Солнца 1631 г.

Осенью 1630 г., на 59-м году жизни, Кеплер в который раз едет в Регенсбург, чтобы добиться от казны хотя бы малой толики из невыплаченного ему за десятилетия императорского жалованья. Он ехал 400 *км* верхом, дорогой сильно простудился, по приезде слег и умер от жестокой горячки. При нем нашли 57 экземпляров изданного им календаря на 1631 г., 16 экземпляров «Рудольфовых таблиц» и 7 пфеннигов.

Неутомимый труженик Кеплер отличался небывало смелым полетом творческой мысли и редкостной интуицией. После открытия им законов движения планет под учение Коперника был подведен надежный фундамент.

Связки черновиков, писем и рукописей Кеплера неоднократно меняли владельцев, переходя из рук в руки. Их продавали, теряли, дарили. В XVII в. они чудом уцелели во время пожара, почти полностью уничтожившего прекрасную астрономическую библиотеку Яна Гевелия. В начале XVIII в. в Лейпциге они были переплетены в 22 тома с тисненым на белых пергаментных переплетах девизом «Богу и людям». Однако очередной владелец наследства Кеплера, пытаясь издать его, разорился и был вынужден отдать рукописи в залог. Они прошли еще один круг злоключений, и наконец, в 1773 г., при посредстве Леонарда Эйлера рукописный архив Кеплера был приобретен правительством Екатерины II для Петербургской Академии наук. Сейчас они бережно хранятся в Ленинграде, в архиве Академии наук СССР.

В церкви Санта-Кроче во Флоренции покоится прах еще одного выдающегося астронома эпохи Возрождения, неутомимого экспериментатора Галилео Галилея.

Галилей родился в Пизе в 1564 г., в семье обедневшего флорентийского дворянина, известного в свое время композитора Винченцо Галилея. Отец Галилея был всесторонне образованным человеком, страстно любил искусство и одновременно увлекался естественными науками, особенно математикой. Но отец тщательно скрывал свои увлечения от сына. Он хотел, чтобы сын приобрел специальность, приносящую ему приличный заработок. Математика к их числу не относилась, и даже профессора математики в университетах в ту пору едва сводили концы с концами.

Отец решил учить сына на врача. Но врачебная карьера не увлекла юного Галилео, и худшие опасения отца сбылись. Сын увлекся естествознанием.

За отсутствием денег Галилео Галилею не удалось закончить Пизанский университет, тем не менее он быстро обнаружил свой талант создателя остроумных физических приборов, смелого экспериментатора и неплохого лектора.

Галилей начинает преподавать математику и механику сначала в Пизе, потом перебирается в Падую. Работает он много и увлеченно, его часто привлекают прикладные задачи. Он занимается опытами по механике, конструирует машины и механизмы, находит применения своим идеям в инженерном деле и в фортификации.

Астрономия в XVI в. неразрывно переплеталась и с математикой, и с механикой. Галилей по служебному положению обязан был преподавать астрономию, и не удивительно, что он неоднократно имел случай узнать об учении Коперника. Но астрономия как таковая долгое время не входила в круг его интересов, в котором первое место занимали опыты по механике: Галилей сбрасывал шары разной массы с «падающей» Пизанской башни, наблюдал движение тел по наклонной плоскости, изучал качание маятника.

В отличие от подавляющего большинства современников, Галилей рассматривал опыт как главный критерий истинности научных теорий. Ему претило схоластическое отношение к книжным авторитетам, претило желание познать истину путем только лишь умозрительных рассуждений.

И в жизни Галилея не обошлось без новой звезды. Она вспыхнула в 1604 г. в созвездии Змееносца и, так же как новые звезды всех времен, привлекла к себе неслыханное внимание. Профессор Галилей посвятил этому явлению специальные лекции, читанные при большом наплыве слушателей. Однако Галилей считал, что им приходится наблюдать не вспышку звезды,

а особое свечение, имеющее земную природу, порожденное плотным скоплением земных испарений, освещаемых Солнцем.

Но вскоре произошли события, определившие всю дальнейшую судьбу ученого. «Месяцев десять тому назад,— рассказывал Галилей об этих событиях,— до моего сведения дошло, что некий нидерландец изобрел «перспективу» [1], с помощью которой земные предметы, хотя бы и значительно удаленные от глаза наблюдателя, могли быть отчетливо видимы как бы близкие...; это и послужило причиной к тому, что я целиком отдался такой задаче: найти основы устройства подобного инструмента и выяснить также, из каких материалов я мог бы построить его...»

Галилей не был изобретателем подзорной трубы. Но задача самостоятельного конструирования и отделки нового прибора пришлась ему по душе. Галилей сумел соорудить себе сначала трубу с трехкратным увеличением, а потом в короткий срок довел увеличение своих труб до тридцатикратных. Его величайшей заслугой является то, что он первым широко использовал подзорную трубу для астрономических целей.

7 января 1610 г. Галилей впервые посмотрел на ночное небо вооруженным глазом. Даже скромного увеличения галилеевой трубы хватило, чтобы тотчас сделать несколько потрясающих открытий.

Галилей обнаружил, что поверхность Луны очень неровная. Как и на Земле, там есть горы и долины.

Неожиданно была раскрыта тайна Млечного Пути.

Галилей открывает сразу 4 спутника Юпитера, которые он в честь великого герцога тосканского Козимо II Медичи называет «Медичейскими звездами». Этот пример, как мы знаем, оказался очень заразительным, но, по счастью, в астрономии не привился. Название же «Медичейские звезды» очень понравилось тосканскому владыке, который поспешил обласкать Галилея, и тот впервые добился сносных условий для продолжения научной работы, избавившись от необходимости преподавать.

Немедля Галилей пишет восторженную книгу «Звездный вестник», в которой подробно рассказывает о результатах первых телескопических наблюдений. Вокруг открытий Галилея складывается какая-то особенно нервозная обстановка. Дож и венецианские сенаторы, кардиналы и прелаты, царедворцы и эрудиты всех стран стремятся заполучить телескоп или хотя бы раз заглянуть с его помощью в небесные дали.

Новые открытия вызывают ожесточенную полемику. Большинство ученых, открыто или тайно, переходит в лагерь противников Галилея. «Трубы порождают иллюзии», «открытия Галилея являются оптическим обманом» — вот основные тезисы, которые повторяются на разных языках.

---

[1] Слово «телескоп» придумал несколько позже член Римской Академии рысьеглазых филолог Демизиани; Галилей называл свою зрительную трубу либо perspicillum — «перспектива», либо occhiale — «подзорная труба».

Но сам Галилей потрясен не меньше других. Он имел возможность воочию убедиться в справедливости учения Коперника. Он продолжает вести наблюдения и делает не менее удивительные открытия.

Галилей обращает взор к самой далекой, или, в старинной терминологии, «высочайшей» из известных тогда планет — Сатурну. В свой неказистый инструмент он не разглядел, что за странные пятна — словно два уха — постоянно наблюдаются по обе стороны диска этой планеты. Галилей решил, что обнаружил 2 спутника Сатурна, которые подобны открытым им четырем спутникам Юпитера. «Я нашел,— пишет он в письме,— целый двор у Юпитера и двух прислужников у старика [Сатурна]; они его поддерживают в шествии и никогда не отскакивают от его боков».

Не было ничего необычного в те времена в том, что автор открытия публиковал его в зашифрованном виде. Такой путь давал возможность, не торопясь, проверить наблюдения и в то же время сохранить свой приоритет. Галилей поступил в духе времени. Он предал гласности анаграмму, бессвязный набор 39 латинских букв:

Smiasmrmielmepoetaleumibuvnenugttaviras

Две буквы в этом наборе лишние. Они добавлены произвольно, чтобы еще больше запутать картину. После их исключения из оставшихся букв можно составить латинскую фразу, заключающую в себе сущность открытия Галилея.

Один-единственный человек из современных Галилею ученых мог взяться за совершенно безнадежное дело — попытаться прочесть эту анаграмму. Конечно же, то был не знающий преград виртуозный математик-вычислитель Иоганн Кеплер. Но даже для гения Кеплера такая дерзкая задача оказалась непосильной.

После открытия четырех спутников Юпитера Кеплер предсказывал существование двух спутников Марса. И он ожидал — он был в этом почти уверен, что предсказанное свершилось, что Галилей открыл теперь именно их, близнецов, спутников Марса. Отбросив две буквы, Кеплер ухитрился составить из оставшихся ту фразу, которую подсказывало ему могучее воображение:

Salve, umbistineum geminatum Martia proles

Привет вам, близнецы, Марса порождение

Изобретательность Кеплера заслуживает восхищения. Но на этот раз он шел по ложному следу, торопился принять желаемое за действительное.

Сам Галилей не заставил публику ждать чересчур долго и вскоре огласил содержание зашифрованного сообщения. Его фразу следовало читать:

Altissimum planetam tergeminum observavi

Высочайшую планету тройною наблюдал

Каково же было недоумение Галилея, когда двумя годами позже он увидел «высочайшую» планету в полном одиночестве! Старик Сатурн неведомым образом успел растерять своих прислужников. Галилей так и не смог объяснить этого странного происшествия.

Разгадку удалось найти лишь полстолетия спустя голландскому ученому Христиану Гюйгенсу. Подобно Галилею Гюйгенс начал с опубликования анаграммы, и только окончательно убедившись в справедливости своих выводов, он поведал коллегам содержание весьма необычного открытия:

Annulo cingitur, tenui, plano, nusquam cohaerente, ad eclipticam inclinato

Кольцом окружен тонким, плоским, нигде не прикасающимся, к эклиптике наклоненным

С помощью телескопа Галилей продолжает делать одно потрясающее открытие за другим. Галилей замечает, что планета Венера «подражает» Луне: она меняет свой вид. Это служит решающим доказательством того, что Венера, в соответствии со взглядами Коперника, действительно обращается вокруг Солнца.

Галилей открывает пятна на Солнце и убеждается, что Солнце вращается вокруг своей оси.

Галилей пользуется почетом и известностью. Он едет в Рим и встречает благосклонное отношение со стороны папской курии. Враги его временно затаились, но они не дремлют. Они неустанно плетут сеть интриг, подчеркивая, какую страшную ересь заключают в себе открытия Галилея. Они напоминают о том, что инквизиции уже пришлось недавно иметь дело с еретиком Бруно. И их отравленные стрелы попадают в цель.

В 1616 г. конгрегация «Индекса» запрещает впредь до исправления учение Коперника, и отцы церкви делают Галилею устное внушение о недопустимости его поддержки. Галилей вновь уходит в опыты по механике и лишь исподволь продумывает ту книгу, которая должна стать делом его жизни.

Наконец фортуна как будто оборачивается к Галилею лицом. На папский трон под именем Урбана III восходит карди-



нал Маффео Барберини, друг Галилея, который слывет покровителем наук и искусств.

Галилей спешит завершить свой труд «Диалог о двух важнейших системах мира, птолемеевой и коперниковой» — сочинение интересное не только своим содержанием, но и литературной формой. На протяжении четырех дней три человека — Сагредо и Сальвиати, реальные люди, близкие друзья Галилея, и Симпличио, что в переводе на русский значит «простак»,— персонаж, отстаивающий точку зрения Птолемея,— ведут спор об устройстве мира, приводя на этот счет бесчисленные доводы и контрдоводы. Галилей стремится сохранить объективность, не делая никаких окончательных выводов, но Сагредо и Сальвиати, которые являются рупором мыслей автора, побеждают в споре Симпличио.

Научные трактаты того времени по традиции писались на латыни, которая считалась языком науки. Галилей написал свой диалог на живом итальянском языке, с шутками и сочными сравнениями. Его книга была доступна не только ученым, но и любому грамотному человеку.

Закончив книгу, Галилей вновь едет в Рим и добивается разрешения цензуры на ее опубликование. Это публицистическое и открыто «еретическое» сочинение выходит в свет в 1632 г. И тут врагам Галилея удается нанести ему открытый удар. Против Галилея возбуждается дело о распространении уже запрещенного церковью учения Коперника.

С формальной точки зрения Галилей, казалось бы, ни в чем не виноват. Если кого и можно было в возникшем положении привлекать к ответственности, так это папских цензоров, разрешивших книгу к изданию. Но замять дело Галилея — не в интересах сплотившихся воедино «ученых» гонителей, их цель «оправдывает» их средства. А папа римский Урбан III уже видит в Галилее своего личного врага.

Галилея вызывают в Рим на процесс. Ученый просит отсрочки, ссылаясь на свой преклонный возраст,— ему исполни-

лось 70 лет. Но его предупреждают, что в случае неявки закуют в цепи и доставят силой.

Галилей прибывает в Рим, где следственные органы католической церкви подвергают его четырем допросам, последний из которых для вящей убедительности проходит в зале для пыток. Галилея признают виновным в предъявленных обвинениях и приговаривают к пожизненному тюремному заключению.

Галилея подвергают унизительной процедуре отречения от своих взглядов. «Отрекаюсь, проклинаю и гнушаюсь ереси движения Земли!» — стоя на коленях с веревкой на шее, читал Галилей подготовленный для него текст отречения. Предание сохранило рассказ о том, что старик Галилей, поднявшись с колен, сказал своим судьям: «Eppur si muove!» — «А все-таки она вертится!»

Галилею заменили тюремное заключение на домашний арест, но до конца жизни он оставался под надзором церкви. Ему запретили беседовать на астрономические темы, и даже когда он в 1637 г. полностью ослеп, не освободили от специально приставленных монахов.

Дух Галилея, однако, не был сломлен, и в последние годы жизни, уже после процесса, он добивается издания в Нидерландах крупной работы «Беседы и математические обоснования двух новых наук, касающихся механики и местного движения», в которой подводит итоги своих исследований по механике.

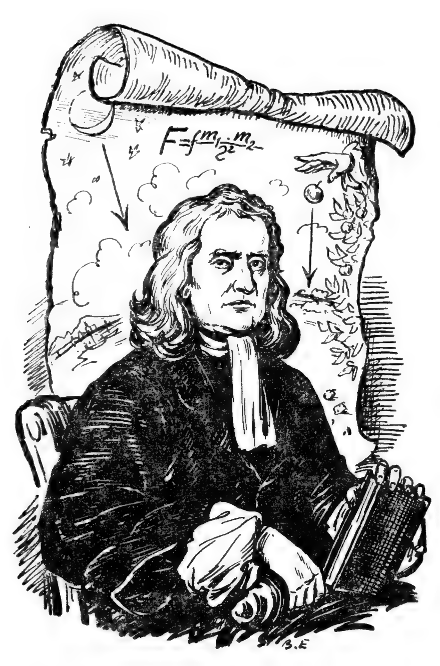
Галилей умер в 1642 г. в возрасте почти 78 лет, на руках своих учеников Вивиани и Торричелли. Через сто лет прах Галилея с почестями был перенесен во Флоренцию и погребен в церкви Санта-Кроче, рядом с прахом Микеланджело.

Гений Галилея подготовил почву для окончательной выработки основ классической механики и классической астрономии, что было сделано Ньютоном.

ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ

В старости Ньютон заметил как-то, что если он и сумел добиться в науке важных результатов, то только потому, что стоял на плечах исполинов. В этих словах заключен великий смысл, и именно их мы вынесли в заголовок второй части нашей книги, посвященной истории идей и методов современной астрономии. Преемственность крупных научных открытий — их важнейшее и неотъемлемое свойство. Коперник, Кеплер, Галилей, Ньютон — это единая линия развития астрономической науки.

Ньютон широко известен своими работами в области механики и оптики, он первым разложил солнечный свет в спектр и разработал дифференциальное исчисление, далеко двинул вперед многие разделы математики и физики. И малой доли этих работ за глаза хватило бы, чтобы навеки прославить имя любого



Исаак Ньютон (1643—1727).

ученого. Но Ньютону принадлежит и еще одна заслуга, которая по сути дела затмила все остальные: он сформулировал закон всемирного тяготения.

Всю свою жизнь Ньютон руководствовался знаменитым принципом: hypotesis non fingo — «гипотез не выдумываю». Этот-то принцип и нашел самое яркое воплощение в формулировке закона всемирного тяготения:

все тела притягиваются друг к другу с силой прямо пропорциональной их массам и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними.

Ньютон открыл закон, управляющий взаимодействием тел, без всякого рассмотрения природы или причин этого взаимодействия: он дал образец решения физической задачи математическими методами.

Закон всемирного тяготения содержит обобщенное математическое выражение некоторой единой физической зависимости, исходя из которой, как следствия, можно объяснить очень широкий круг наблюдаемых в природе фактов. В качестве следствий из закона всемирного тяготения могут быть получены и законы Кеплера.

На склоне лет, сидя в саду за чаем со своими близкими, Ньютон вдруг вспомнил, как много лет назад, в похожей обстановке, падающее на землю яблоко навело его на мысль об общности закона, управляющего и падением яблока, и движением Луны вокруг Земли. Со слов племянницы Ньютона эту историю поведал миру Вольтер, и она стала настолько популярной, что имя Ньютона и закон всемирного тяготения доныне неотделимы от падающего яблока.

Внешне жизнь Ньютона небогата событиями. Она протекала в основном спокойно, мирно и однообразно. Исаак Ньютон родился в Англии, в деревушке Вульсторп, ровно через 100 лет после смерти Коперника в 1643 г.

В 18 лет он поступил учиться в Кембриджский университет, но его занятия были неожиданно прерваны страшной эпидемией чумы, от которой в одном только Лондоне за лето 1665 г.

погибла 31 тысяча жителей. Полный новыми знаниями и новыми мыслями студент Ньютон вернулся в Вульсторп и провел в вынужденном «творческом отпуске» около двух лет. Этот «отпуск» имел колоссальное значение для Ньютона, так как именно в это время в его сознании оформилось большинство идей, разработке которых он посвятил всю последующую жизнь. В 1665—1667 гг., когда Ньютону не исполнилось еще и 25 лет, он подошел к закону всемирного тяготения.

Ньютон закончил университет, и в последующем занимался научными исследованиями и немного преподаванием, хотя педагогом он был плохим.

Ньютон никогда не был женат, никогда не выезжал за пределы Англии. Большую часть времени он обычно бывал погружен либо в опыты, либо в раздумья и вообще казался окружающим рассеянным и молчаливым. Непродолжительное время Ньютон был членом парламента от университета, и предание сохранило анекдот о том, что депутаты услышали его голос лишь один раз, когда он попросил привратника закрыть форточку, чтобы выступающие не простудились.

Уже будучи признанным ученым, в возрасте 53 лет, Ньютон получил пост хранителя, а впоследствии главного директора Монетного двора. Талант Ньютона проявился и в реорганизации монетного дела Англии, которое оказалось поставленным настолько хорошо, что через века стало основой дальнейшей экономической экспансии английского капитализма.

В 1703 г. Ньютон был избран президентом Королевского общества[1] и оставался им до конца жизни. В 1705 г. королева пожаловала ему дворянский титул, и он стал именоваться сэром Исааком. Ньютон умер в 1727 г., в возрасте 85 лет, и был похоронен в Вестминстерском аббатстве, национальном английском пантеоне. «Здесь покоится все, что было бренным в Ньютоне» — гласит одна из надписей на его памятнике. В другой надписи процитирована строка из Лукреция: «Разумом он превзошел род людской».

Биографы Ньютона соревновались в придумывании превосходных степеней в оценке его деятельности. Но вряд ли можно оценить ее проще и лучше, чем это сделал сам Ньютон незадолго до смерти: «Не знаю, чем я могу казаться миру, но сам себе я кажусь только мальчиком, играющим на морском берегу, развлекающимся тем, что от поры до времени отыскиваю камешек более цветистый, чем обыкновенно, или красивую раковину, в то время как великий океан истины расстилается передо мной неисследованным».

В науке Ньютон, подобно Копернику, объединил разрозненные представления своих предшественников и, опираясь на плечи исполинов, создал общую физическую концепцию, заставив

[1] Название Королевского общества носит английская Академия наук.

физику на протяжении последующих 300 лет говорить его языком.

Подобно Копернику, Ньютон очень придирчиво относился к результатам своей научной работы. Если исследованиями проблемы тяготения Ньютон занимался в 1665—1667 гг., когда ему не исполнилось еще 25 лет, то опубликован закон всемирного тяготения был 20 лет спустя. Книга «Математические начала натуральной философии», принесшая ее автору славу одного из величайших ученых всех времен, вышла в свет лишь в 1687 г., когда Ньютону было уже 45 лет.

Так же как и у Коперника, у Ньютона был свой «добрый гений», молодой, полный энтузиазма помощник, который всеми силами способствовал завершению и публикации труда своего великого соотечественника. Это был блестящий астроном Эдмунд Галлей, известный в астрономии несколькими важными открытиями. В частности, он открыл собственные движения «неподвижных» звезд и периодичность возвращения к Земле кометы, получившей впоследствии его имя.

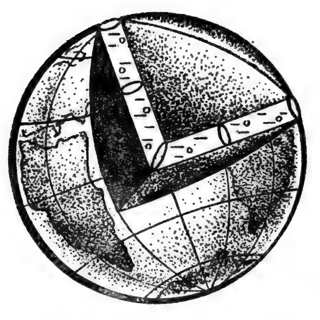
Человек в высшей степени разносторонний, Галлей был создателем таблиц страхования жизни, редактировал классические тексты и отыскал место высадки в Британии Юлия Цезаря. На 65-м году жизни он был назначен королевским астрономом и не испугался избрать своей первой целью наблюдения Луны в течение 18-летнего цикла движения ее оси. Эти наблюдения он и довел в действительности до конца. Таким был тот, кто убедил Ньютона издать свой труд и взял на себя его редактирование.

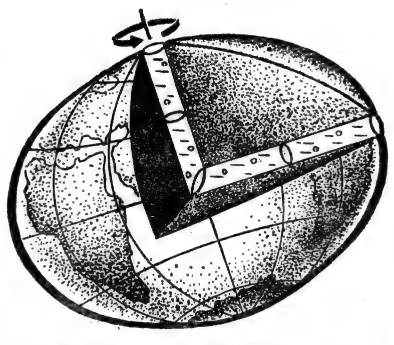
Из-за отсутствия у Королевского общества денег Галлей отдал на издание книги Ньютона собственные сбережения. Он был вовсе небогат и получил от Королевского общества в порядке возмещения затрат сначала 50 экземпляров книги «История рыб», а потом еще 20 экземпляров той же книги.

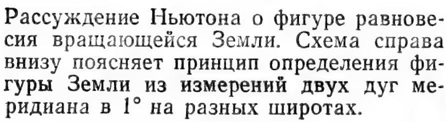
Закон всемирного тяготения нашел признание далеко не сразу, особенно на континенте. История признания этого закона — история геодезических измерений размеров Земли. Выводя одно из следствий закона всемирного тяготения, Ньютон рассуждал примерно следующим образом.

Вообразим, что в теле Земли прорыты две глубочайшие шахты, которые доходят до центра Земли и там соединяются (см. рисунок). Одна шахта прорыта строго вдоль оси вращения Земли, а другая, перпендикулярная к ней,— строго в плоскости экватора. Если такие шахты заполнить водой, то она сможет переливаться из одной шахты в другую и в конце концов займет положение, соответствующее фигуре равновесия.

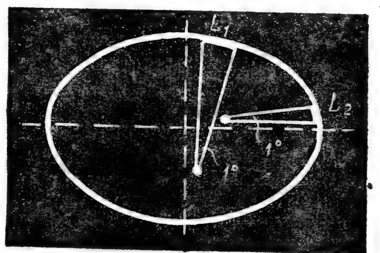
Если бы Земля не вращалась вокруг оси, на воду в шахтах действовали бы совершенно одинаковые силы тяготения, и в обеих шахтах ее уровень установился бы на одинаковом рас-







Рассуждение Ньютона о фигуре равновесия вращающейся Земли. Схема справа внизу поясняет принцип определения фигуры Земли из измерений двух дуг меридиана в 1° на разных широтах.



стоянии от центра. Фигура равновесия имела бы в этом случае форму шара.

Однако Земля не неподвижна, она вращается вокруг своей оси. При этом вода в экваториальной шахте приобретает центростремительное ускорение. За счет этого давление воды на дно в экваториальной шахте меньше, чем в осевой шахте. Понятно, что равновесие наступит лишь в том случае, когда в экваториальной шахте уровень воды повысится.

Таким образом, закончил свои рассуждения Ньютон, Земля, представляющая собой фигуру равновесия, должна иметь утолщение на экваторе или, что то же, быть сплюснутой у полюсов.

Приведенные рассуждения Ньютона показывают, что он впервые рассмотрел поверхность Земли как поверхность фигуры равновесия. При этом он предполагал, что плотность всех частей Земли одинакова, т. е. Земля является телом однородным. Считая Землю состоящей из бесконечного множества отдельных частичек, он, как это следует из закона всемирного тяготения, полагал, что каждая частичка притягивает к себе все остальные и в свою очередь притягивается ими.

Из теоретических расчетов на основе сделанных предпосылок следовало, что расстояние от центра Земли до полюса должно быть на 0,43% (около 28 *км*) короче расстояния от центра до экватора.

Теоретический вывод Ньютона оспаривался многими его современниками, которые считали, что Земля в целом либо имеет форму правильного шара, либо не сжата, а, напротив, вытянута у полюсов и имеет форму яйца. «О б л а т у м с и в е о б л о н г у м» — «сжатая или вытянутая» — вот спор, который оказался

в центре внимания науки на рубеже XVII и XVIII вв. Решить этот спор могли только геодезисты.

Если Ньютон прав, то сечение Земли по меридиану должно иметь форму эллипса. Конечно, земной эллипс сжат очень немного, гораздо меньше, чем это показано на рисунке. Но для того чтобы лучше понять последующие рассуждения, использован эллипс с сильно преувеличенным сжатием.

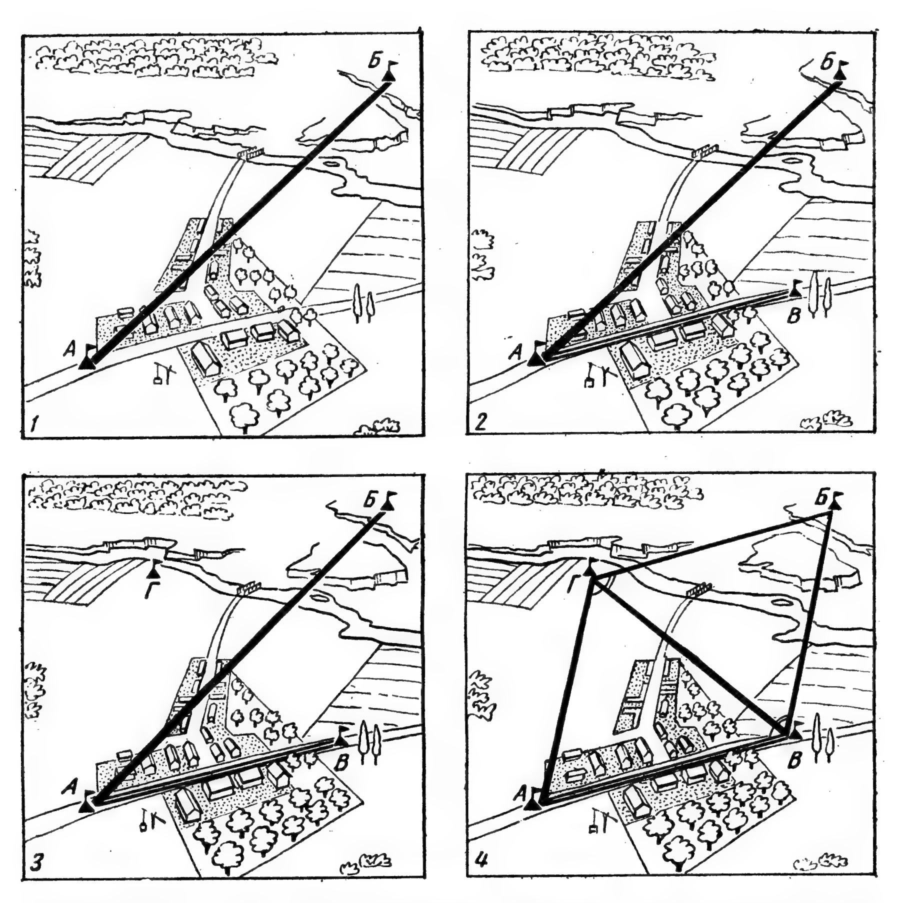
Итак, пусть сечение Земли по меридиану имеет, согласно Ньютону, форму эллипса. Тогда дуги, соответствующие разности широт в 1°, в разных частях эллипса уже не будут равны между собой. На рисунке хорошо видно, что для эллипса, сжатого у полюсов, полярная дуга должна быть немного длиннее, чем экваториальная. Если бы Земля имела форму яйца, то сечение по меридиану тоже имело бы форму эллипса, но в этом случае полярная дуга оказалась бы короче экваториальной.

Таким образом, перед геодезистами встала ясно сформулированная задача. Необходимо с максимальной точностью измерить две дуги меридиана: одну на севере, ближе к полюсу, другую на юге, ближе к экватору, после чего сравнить их. В случае, если полярная дуга окажется длиннее экваториальной, прав Ньютон. Если же полярная дуга окажется короче, то, следовательно, Земля имеет форму яйца.

Точные измерения протяженных расстояний по пересеченной местности всегда вызывали большие трудности и не могли выполняться с требуемой точностью. Удачный метод измерения больших расстояний удалось дать примерно за полвека до описываемых событий, в 1614 г., голландскому астроному и математику Снеллиусу, предложившему пользоваться для этой цели цепочками треугольников. Слово «треугольник» звучит по-латыни как «триангулум», а поэтому метод Снеллиуса получил название т р и а н г у л я ц и и.

Математические основы триангуляции крайне просты. Всякий плоский треугольник, как известно, состоит из шести элементов: трех сторон и трех углов. Если в треугольнике даны одна сторона и два угла, то такой треугольник можно «решить», т. е. исходя из известных элементов с помощью определенных формул вычислить величины неизвестных элементов. То же самое относится и к так называемым с ф е р и ч е с к и м т р е у г о л ь н и к а м, т. е. треугольникам, построенным на поверхности шара. Отсюда нетрудно понять существо метода триангуляции.

Пусть необходимо измерить расстояние между флажками, поставленными в точках *А* и *Б* (см. рисунок). Чтобы выполнить такое измерение непосредственно, потребовалось бы снести значительную часть домов, вырубить в лесу просеку, засыпать овраг и построить мост через реку. Стоимость всех этих работ выразится огромным числом. На их выполнение уйдет немало времени.



Использование метода триангуляции для измерения больших расстояний на пересеченной местности с естественными преградами.

Применение метода триангуляции позволяет обойти эти трудности. Поставим на дороге в точке *В* еще один флажок и измерим с максимально возможной точностью линию *АВ*. Дорога на этом участке прямая, ровная, и поэтому измерение может быть выполнено легко. Назовем измеренную линию б а з и с о м.

Обследовав местность, отметим флажком еще одну точку *Г* так, чтобы с нее были хорошо видны флажки в точках *А, Б* и *В*. Теперь пункты *А, В* и *Г* образуют на поверхности Земли треугольник, в котором сторона *АВ* известна. Остается измерить два угла, например в точках *В* и *Г*, после чего, решив треугольник, можно получить длины сторон *АГ* и *ВГ* и величину угла в точке *А*. Получив длину стороны *ВГ*, будем действовать дальше и измерим в точках *В* и *Г* два угла треугольника *ВГБ*. Зная

длину стороны *ВГ* и значения углов в точках *В* и *Г*, отмеченные на рисунке двойной дужкой, вычислим длины сторон *ВБ* и *ГБ* и величину угла в точке *Б*. Таким образом, на поверхности Земли будут построены два треугольника *АВГ* и *ВГБ*, в которых известны все углы и все стороны. Теперь вычислим искомое расстояние *АБ*, и поставленная задача разрешена.

Основное достоинство триангуляции заключается в том, что она сокращает до минимума дорогостоящие и исключительно трудоемкие линейные измерения. Они сводятся лишь к определению длины базиса, причем базис может быть выбран там, где его легче всего измерить. Наибольший объем работ в триангуляции составляют не линейные, а угловые измерения, выполнение которых сопряжено с гораздо меньшими трудностями. Для угловых измерений не имеет существенного значения, течет ли между пунктами река, растет ли кустарник или расположен глубокий овраг. Важно только, чтобы из одного пункта можно было беспрепятственно видеть другой. А этого, как правило, всегда можно добиться, если заранее намечать пункты на основе подробного знакомства с местностью.

Цепочки, состоящие из многих треугольников, позволяют с очень высокой точностью измерять на поверхности Земли расстояния в сотни и тысячи километров. В вершинах треугольников теперь строят специальные геодезические знаки — вышки, благодаря которым стороны каждого из измеряемых треугольников могут достигать 20—30 *км*. В прежнее же время в качестве пунктов триангуляции использовались крепостные башни, колокольни и другие стоящие на высоких местах заметные сооружения.

Под руководством директора Парижской обсерватории Джованни Доменико Кассини большие триангуляционные работы еще при жизни Ньютона выполнялись во Франции вдоль Парижского меридиана. Но эти измерения, затянувшиеся на долгие годы, так и не разрешили ожесточенного спора о форме нашей планеты. Кассини до самой смерти оставался яростным противником «сплюснутой» Земли. Той же ошибочной точки зрения придерживался и унаследовавший пост директора Парижской обсерватории Кассини-сын.

Окончательно вопрос о форме Земли был решен только в результате триангуляционных измерений двух дуг, расположенных в таких местах, где разность длин одного градуса меридиана наиболее заметна: одной — вблизи экватора и другой — по возможности близкой к полюсу.

Весной 1735 г. парусный фрегат, на борту которого находились французские академики Бугер, Кондамин, Годен и их помощники, взял курс на Перу. А через год, в 1736 г., Францию покидали академики Мопертюи, Клеро, Камюз, Лемонье и шведский физик Цельсий. Их путь лежал на север в далекую, занесенную снегом Лапландию. Там, на границе Швеции и Фин-

ляндии, в долине реки Торнео должна была измеряться северная дуга.

Подробное описание работы этих двух экспедиций, навсегда вошедших в историю науки, читается как захватывающая повесть. Нестерпимая жара перуанских Кордильер, тропические ливни, лихорадка и нападения индейцев — вот с чем столкнулась экспедиция Бугера. Непроходимые болота, сырой промозглый туман и лютая стужа выпали на долю экспедиции Мопертюи.

Первой закончила свою работу северная экспедиция. И уже сравнения ее результатов с результатами прежних измерений на территории Франции оказалось достаточным, чтобы доказать реальность сжатия Земли у полюсов.

Вернувшийся в Париж в меховой, невиданной французами лапландской шапке Мопертюи был принят как национальный герой. Это был тот самый человек, который, по выражению Вольтера, «приплюснул Землю и всех Кассини». В честь Мопертюи была выбита золотая медаль, на которой он изображен в этой шапке, закутанный в меха, с палицей Геркулеса в одной руке и сплюснутой Землей в другой.

Впрочем, вскоре, поссорившись с Мопертюи, тот же острослов Вольтер не преминул кольнуть его язвительной эпиграммой:

Посланец физики, отважный мореход,
Преодолев и горы, и моря,
Влача квадрант средь снега и болот,
Почти что превратившись в лопаря,
Узнал ты после множества потерь,
Что знал Ньютон, не выходя за дверь!

Полувековой труд французских академиков окончательно доказал, что форма Земли, согласно Ньютону, соответствует фигуре, которая получается путем вращения эллипса вокруг его малой оси. Такая фигура называется в геометрии эллипсоидом вращения, или же просто двухосным эллипсоидом.

По результатам французских измерений можно было заключить, что в среднем полярная полуось Земли на 25 *км* короче экваториальной.

Сформулированный Ньютоном закон всемирного тяготения оказал огромное влияние не только на развитие физики, но и на развитие астрономии. Изучение движения небесных тел на основе закона всемирного тяготения и законов классической механики стало особой ветвью астрономической науки — небесной механикой. Словно бы оправдываясь за излишнюю полемическую горячность своих предшественников, не признававших закона всемирного тяготения, новое поколение французских ученых внесло неоценимый вклад в небесномеханические исследования. Важных результатов в теоретическом анализе движений планет и комет добились французы Клеро, Даламбер

и Лагранж. Большим успехом небесной механики стало удачное предсказание момента возвращения к Земле периодической кометы Галлея.

Французы не были одиноки в развитии этой области астрономии. Российский академик Леонард Эйлер подвел итоги в задаче об определении положений Луны, детально разработав новую точную теорию движения этого небесного тела. Эйлер, крупнейший математик и механик своего времени, обогатил небесную механику многими новыми математическими приемами. Способствовал развитию небесной механики и великий немецкий математик Карл Фридрих Гаусс.

Фундамент небесной механики в том виде, как она теперь существует, был окончательно завершен в самом начале XIX в. в работах современника и участника Великой французской революции Пьера Симона Лапласа.

ОТ ТЕЛЕСКОПОВ-КАРЛИКОВ К ТЕЛЕСКОПАМ-ГИГАНТАМ

Небесная механика, ведущая свое начало от Кеплера и Ньютона,— теоретическая дисциплина, стоящая на стыке астрономии, механики и математики. Это первое из новых направлений астрономических исследований, первый молодой побег, который вырос на могучем дереве древней астрономии. Дав жизнь небесной механике, классическая астрономия продолжала идти своей столбовой дорогой. В ее задачи входили точные позиционные измерения, наблюдения редких небесных явлений, создание общей теории происхождения, эволюции и современного строения Вселенной.

После открытий Галилея становится ясно, что для изучения неба нужно строить большие телескопы. В более крупный телескоп есть надежда обнаружить более редкие и более удивительные явления.

Строительство крупных телескопов увлекло выдающегося польского астронома-наблюдателя Яна Гевелия. Сын богатого гданьского купца-пивовара, человек обеспеченный и уважаемый, Ян Гевелий до конца жизни успешно сочетал свою купеческую деятельность с интенсивными астрономическими наблюдениями.

В 1641 г. в Гданьске, на Кожевенной улице, на крышах трех принадлежавших ему вблизи ратуши домов Гевелий оборудовал собственную обсерваторию. Хронологически это был второй после Тихо Браге случай сооружения обсерватории на Европейском континенте.

Гевелий в избытке обладал качествами, столь необходимыми средневековому астроному: у него было превосходное острое зрение, он отлично рисовал, умел обрабатывать и дерево, и стекло, и металл, был хорошим гравером. Умелым помощником в его работе оказалась жена.

Гевелий занимался постройкой секстантов, квадрантов и других угломерных инструментов, в основном по образу и подобию инструментов Тихо Браге. Но по мере роста интереса к астрономии он переключился и на создание телескопов. Начав с небольших труб в 2—4 *м* длиной, Гевелий со временем, совершенствуя технику изготовления, сумел довести размеры своих телескопов до 10—20 *м*. Крупнейший из телескопов Гевелия не поместился в его обсерватории на Кожевенной улице, и этот инструмент пришлось установить за городом, укрепив на специальной мачте высотой в 30 *м*. Длина трубы этого телескопа достигала 45 *м*.

Гевелий, подобно Галилею, использовал в качестве объектива своей трубы линзу — двояковыпуклое стекло вроде тех, которые вставляют в очки. Такие линзовые телескопы называют телескопами-рефракторами.

Гевелию удалось довести телескопы-рефракторы до очень больших размеров и благодаря этому добиться довольно больших увеличений при удовлетворительном качестве изображений. Но он никак не мог расширить возможности своих телескопов для наблюдений слабых объектов.

У человека и у животных (обычно это хорошо заметно у кошек), когда они находятся в темноте, зрачок расширяется. Путем расширения зрачка живой организм регулирует количество поступающего в глаз света. Чем слабее источник света, тем больше должна быть рабочая поверхность зрачка.

Объектив телескопа — это большой искусственный зрачок. И чем больше поверхность объектива, тем с большей площади собирает он свет и тем более слабые источники света могут быть обнаружены при помощи телескопа.

Создание больших линзовых телескопов сопряжено с непреодолимыми техническими трудностями. Но сравнительно быстро астрономы осознали, что есть иной подход к проблеме. В качестве объективов могут использоваться вогнутые зеркала. А изготовление больших вогнутых зеркал — дело значительно более простое, чем изготовление таких же линз. Телескопы с зеркальными объективами носят название отражательных телескопов, или телескопов-рефлекторов.

Небольшие телескопы-рефлекторы мастерил в своей домашней лаборатории уже Ньютон. Первые крупные инструменты были изготовлены в конце XVIII в. Пионером в этом деле стал известный английский музыкант, композитор и педагог Вильям Гершель. Музыкантом Гершель оставался до 36 лет, когда понял, что его призвание — астрономия. Он задумал собственными глазами осмотреть все то, о чем писалось в астрономических книгах. Не имея денег для покупки телескопа, Гершель начал строить его сам. Потом построил второй, третий. С каждым разом они становились все больше и лучше. Но Гершель не прекращал совершенствовать их. Бывали случаи, когда он не

отрывался от работы по суткам. Его сестра, боясь, как бы он не умер с голоду, кормила его, как ребенка.

Трубы Гершеля не имели такой потрясающей длины, как трубы Гевелия. Но зато у них были огромные объективы, которые позволяли Гершелю наблюдать очень слабые объекты. Самый крупный из зеркальных телескопов Гершеля имел зеркало поперечником 120 *см* при сравнительно короткой трубе — 12 *м*. Вверх-вниз он двигался с помощью блоков, а вправо-влево поворачивался на специальной платформе.

До середины XVIII в. астрономам было известно, включая Землю, шесть планет. Открытие, впервые прославившее Гершеля,— седьмая планета, которая не видна простым глазом. Ее назвали Ураном. Благодаря работам Гершеля из астрономии была выделена еще одна область исследований — з в е з д н а я а с т р о н о м и я. Этот отдел астрономии занимается изучением строения и развития нашей Галактики и других звездных систем, которое ведется преимущественно статистическими методами.

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Еще один важный раздел астрономии возник в XIX в. на стыке астрономии и физики. Сегодня этот раздел называют а с т р о ф и з и к о й. Основа его — спектральный анализ.

Свечение тел, или, в более общем виде, излучение энергии в форме электромагнитных колебаний,— явление чрезвычайно сложное, тесно связанное с внутренним строением излучающего тела. Электромагнитные колебания, излучаемые твердыми и жидкими телами, не имеют строго определенной, единой длины волны, а являются «смесью» — набором колебаний всевозможных длин волн.

Так как изменение направления распространения волновых колебаний при переходе в среду с иной плотностью (преломление) связано с их длиной, то пучок разноволновых колебаний может быть «расщеплен» и разложен в спектр. Пропустив луч солнечного света через стеклянную призму, мы получим на экране цветную полоску — сплошной (или, иначе, непрерывный) спектр. Беспорядочная «смесь» колебаний с разнообразными длинами волн оказывается рассортированной. Впервые такой опыт с солнечным светом проделал Ньютон.

Газ, находящийся под высоким давлением, также дает непрерывный спектр, от которого резко отличается спектр светящегося газа и паров нормальной или пониженной плотности. Спектр светящегося газа состоит из отдельных линий излучения — некоторого числа узких ярких линий, разделенных темными промежутками. Число и положение линий излучения строго определенно и неизменно для каждого газа. Такой спектр носит название линейчатого.

В 1802 г. англичанин Волластон обнаружил на фоне непрерывного солнечного спектра семь узких темных линий. Эти линии привлекли внимание немецкого оптика, строителя телескопов Йозефа Фраунгофера.

Крупным недостатком линзовых телескопов-рефракторов долгое время оставалось окрашивание изображения, которое получалось из-за разложения света в спектр при прохождении через стеклянный объектив. Значительно ослабить этот недостаток можно, собирая объектив из двух или нескольких линз, сделанных из стекол с различными коэффициентами преломления.

С целью лучшего подбора оптических стекол для объективов Фраунгофер углубился в точные определения их коэффициентов преломления. Но ему постоянно мешала неопределенность, к какому именно виду света — красному, желтому или синему — отнести результат измерений.

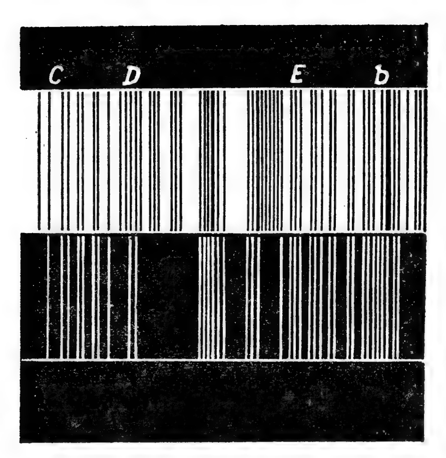
Во время своих экспериментов в 1817 г. Фраунгофер вслед за Волластоном убедился, что солнечный спектр испещрен множеством темных линий, положение которых в спектре, так же как и линий излучения в линейчатом спектре, остается строго определенным и неизменным. Это открытие очень помогло Фраунгоферу, который стал свои измерения коэффициентов преломления всегда относить к каким-либо определенным темным линиям.

Значение темных линий в солнечном спектре, получивших название фраунгоферовых, было выяснено совместными усилиями немецкого физика Кирхгофа и химика Бунзена. Раскладывая в спектр луч света, прошедший через холодный газ, они обнаружили на фоне непрерывного спектра темные линии поглощения точно в тех же местах, где находятся линии излучения, характерные для этого же газа в нагретом состоянии.

В результате открытия спектра поглощения существование фраунгоферовых линий в солнечном спектре сразу же получило исчерпывающее объяснение. Эти линии являются линиями поглощения паров различных химических элементов и соединений, расположенных между источником непрерывного спектра — яркой поверхностью Солнца — и спектральным прибором.

В дальнейшем выяснилась двойственная природа фраунгоферовых линий: часть из них обусловлена поглощением света молекулами азота, кислорода, воды и углекислого газа при прохождении через земную атмосферу, другая часть — поглощением света во внешней, очень разреженной газовой оболочке Солнца. Изучая именно эту, вторую часть спектральных линий поглощения в спектрах звезд, и удалось сделать первые шаги в изучении химической и физической природы далеких небесных тел.

Большие заслуги в развитии спектрального анализа применительно к астрофизическим задачам принадлежат выдающемуся русскому астроному А. А. Белопольскому.



Сравнение участка спектра Солнца (вверху) с лабораторным спектром железа (внизу). В непрерывном спектре Солнца видны линии поглощения, многие из которых соответствуют линиям излучения в спектре железа.

Несмотря на кажущееся однообразие звездных спектров, они чрезвычайно различны в деталях. Было установлено, что это разнообразие происходит не столько от различий в химическом составе звезд, содержащих преимущественно водород и гелий, сколько от физических условий, в которых находится их излучающая поверхность, и в первую очередь от ее температуры.

По смещению линий к красному или фиолетовому концу спектра по эффекту Допплера — Физо стало возможным судить о скорости приближения или удаления излучающего тела по лучу зрения.

Как сказал поэт, «распялив луч в трехгранности стекла», наблюдатель звездного неба

...Сквозь трещины распластанного спектра
Туманностей исследовал состав,
Хвостов комет и бег миров в пространстве...

С помощью спектрального анализа оказалось возможным дать подробную классификацию всех наблюдаемых на небе звезд.

Как это обычно бывает в науке, глубокая физическая связь между различными явлениями обнаруживается значительно позже, чем такая связь устанавливается из опыта в форме некоторых эмпирических закономерностей. Лучшим примером в этом отношении может служить периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева — классификация, которая послужила замечательной основой для дальнейшего развития представлений о внутреннем строении вещества. Периодический закон Менделеева позволил сделать далеко идущие выводы и предсказания, причем последующие разработки не отвергали, а только все более уточняли первоначальную систему.

Нечто аналогичное, хотя и в гораздо более скромных размерах, получилось и при классификации звездных спектров. Правильная классификация в конечном счете позволила расположить все звезды в единую непрерывную последовательность и приблизиться к пониманию законов их развития. И совсем не

случайно один астроном в шутку назвал спектры звезд их «отпечатками пальцев».

Благодаря бурному развитию физической теории строения атомного ядра и совершенствованию техники физического эксперимента астрофизика в истекшее десятилетие стала самой быстро развивающейся областью астрономии и заняла в ней едва ли не центральное место. Спектральный анализ по-прежнему остается основным методом практической астрофизики, основным методом астрофизических наблюдений.

ЧТО НЕ ПОД СИЛУ ОДНОМУ...

Ученые нуждаются в помощниках. Всегда нуждались в поддержке даже ученые-теоретики, и мы хорошо помним, какие важные услуги оказали и Копернику, и Ньютону их молодые коллеги — добровольные помощники Рэтик и Галлей. Что же говорить тогда об экспериментаторах и особенно об астрономах-наблюдателях, которым приходится работать ночью с громоздкими инструментами. Наладка этих инструментов, тщательный уход и постоянное поддерживание их в рабочем состоянии — одно это уже составляет задачу трудоемкую, требующую многих специальных знаний.

А необходимость выполнять во время наблюдений сразу несколько операций? А бесконечные вычисления, которые приходится выполнять и до наблюдений, чтобы определить их программу, и после наблюдений, чтобы их обработать? А постройка новых инструментов?

Что не под силу одному, может сделать группа, содружество ученых, коллектив. Астрономы больше других ученых нуждаются в таких содружествах: ведь многие важные результаты достигаются в астрономии зачастую лишь в итоге наблюдений, продолжающихся непрерывно по единому плану долгие годы и даже десятки лет. Только планомерная подготовка учеников, кропотливое обучение их тонкому искусству астрономических наблюдений может обеспечить преемственность в выполнении крупных астрономических программ. А все это возможно только в условиях сложившихся, постоянно существующих научных центров. Такими «царствами астрономов» стали их обсерватории.

Широкий размах строительство обсерваторий приобретает в Европе во второй половине XVII в. С одной стороны, необходимость уточнения всех астрономических таблиц из новых наблюдений настоятельно диктуется потребностями практики: они остаются незаменимым средством определения местоположения в открытом море. С точки зрения любого адмиралтейства астрономические наблюдения являются делом государственной важности.



Сподвижник Петра I, государственный деятель и астроном, генерал-фельдмаршал Яков Вилимович Брюс (1670—1735).

С другой стороны, уровень технического оснащения астрономов невиданно возрос. С помощью телескопа и хронометра астрономы теперь действительно могут обеспечить практические потребности государства. Однако астрономические инструменты становятся дорогостоящими, постройка и содержание их требуют специальных механиков, и все это больше не по карману простым любителям. Астрономия приобретает облик государственной науки, субсидируемой казной.

В 1667 г. Людовик XIV отдает приказ о постройке Парижской обсерватории, которая после завершения строительства становится резиденцией тогда же организованной Французской Академии наук.

В 1675 г. аналогичный приказ отдает английский король Карл II. Здание обсерватории возводится в одной из летних резиденций короля, на холме в Гринвиче. Инициатором постройки обсерватории и ее первым директором был Джон Флемстид.

Королевский указ предписывал Флемстиду «прилагать наибольшее старание и усердие к исправлению таблиц небесных движений и положений неподвижных звезд и точно так же находить столь желанные долготы мест для усовершенствования искусства навигации». Флемстид первым получает пышный титул королевского астронома.

После революционного переворота, совершенного в науке бунтарями Коперником, Кеплером, Галилеем и Ньютоном, течение астрономической мысли вновь приобретает более ровный характер. Сенсационные открытия становятся редкими, да их уже от астрономов никто особенно и не ждет. Астрономы занимаются преимущественно длительными систематическими наблюдениями, борьбой за каждую мелочь, которая может привести хотя бы к крошечному повышению точности результатов. Эта работа на первый взгляд может показаться скучной и неинтересной, но бесспорным остается тот факт, что именно она привела к победному шествию астрономии в последующие столетия.

В связи с составлением первой географической карты Белого моря в 1692 г. архиепископ Афанасий Холмогорский (А. А. Любимов) распорядился выделить для систематических наблюдений звездного неба специальное помещение. Так за 19 лет до рождения М. В. Ломоносова в Холмогорах возникла

первая на Руси астрономическая обсерватория. Большой вклад в развитие астрономии в России внес сподвижник Петра I Яков Вилимович Брюс. В 1702 г. для нужд учрежденной Петром «математических и навигацких искусств» школы он оборудовал обсерваторию в Москве на Сухаревой башне. В 1715 г. Навигацкая школа преобразуется в Морскую академию и переводится в Петербург, где Брюс через год вновь организует астрономическую обсерваторию.

В 1726 г., уже после смерти Петра I, в Петербурге открывается астрономическая обсерватория Российской Академии наук, а ушедший в отставку Брюс, целиком посвятивший свой досуг астрономическим исследованиям, строит новую обсерваторию под Москвой.

В 1753 г. была основана астрономическая обсерватория в столице Литвы городе Вильнюсе, который в то время назывался Вильно. Возглавляли Виленскую обсерваторию известные астрономы Мартин Почобутт и Ян Снядецкий.

На рубеже XVIII и XIX вв. астрономические обсерватории возникают в большинстве значительных европейских городов и открываются практически при всех университетах.

Создателем крупнейшей в России обсерватории — Пулковской — был выдающийся астроном XIX в. Василий Яковлевич Струве.

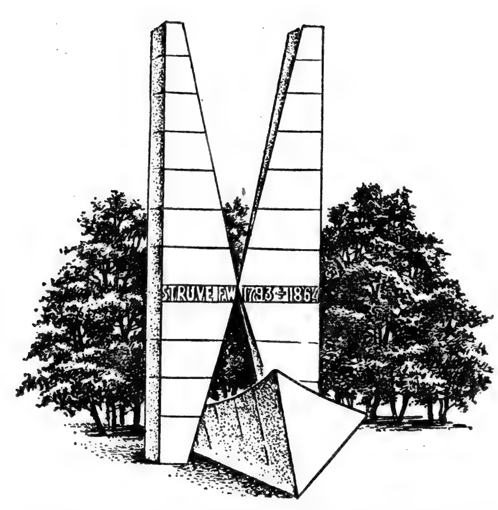
Струве получил образование в Дерпте — так назывался раньше эстонский город Тарту. В 18 лет окончив университет, он готовился стать филологом. Но профессора, обратившие внимание на любовь молодого Струве к точным наукам, посоветовали ему заняться математикой или астрономией. Струве остановился на астрономии.

Уже через четыре года он занимает пост наблюдателя Дерптской обсерватории. Струве проявляет себя как искуснейший мастер особо точных измерений. Ему удается решать проблемы, десятилетиями не дающиеся в руки никому из астрономов.

В. Я. Струве впервые измеряет расстояние до звезды. Он выбирает самую яркую звезду северного неба — Вегу из созвездия Лиры. Расстояние до нее оказывается чудовищно большим: 250 000 000 000 000 километров — 250 триллионов километров!

В 1839 г. сбывается заветная мечта ученого. Полный состав Академии наук, дипломатический корпус и многочисленные гости собираются на торжественное открытие новой обсерватории. Разместилась она вблизи тогдашней столицы Петербурга, в 18 *км* к югу от Зимнего дворца, на одном из Пулковских холмов. По плану и под руководством Струве была построена обсерватория, превосходившая все обсерватории мира. В. Я. Струве был утвержден ее первым директором.

Руководители Пулковской обсерватории неустанно следили за высоким качеством выполнявшихся наблюдений, заботились



Памятник В. Я. Струве вблизи старого здания обсерватории на холме Тоомемяги в городе Тарту. Открыт в 1969 г.

о приобретении новейших инструментов. В 1885 г. в обсерватории был установлен крупнейший в мире из построенных к тому времени телескоп-рефрактор с объективом поперечником 76 *см*. Недаром астрономы разных стран единодушно называли Пулковскую обсерваторию «астрономической столицей мира».

Пулковская обсерватория уже отпраздновала 130 лет со дня рождения. За эти годы работа ее прерывалась лишь во время Великой Отечественной войны. Немцы рвались к Ленинграду. Тяжелая артиллерия фашистов била через Пулковские холмы, закрывающие подступы к городу. Фашистское командование отдало приказ: любой ценой занять Пулковские высоты. С них вражеская артиллерия могла обстреливать Ленинград прямой наводкой. Бои шли на территории обсерватории.

Фашистам так и не пришлось подняться на Пулковские холмы. Но от построек обсерватории не осталось камня на камне. На стороне холма, обращенной к городу, уцелело только небольшое кладбище, где похоронены все пулковские астрономы, начиная с основателя обсерватории В. Я. Струве. Теперь на Пулковском холме подле полностью восстановленного здания обсерватории появилось второе кладбище и памятник воинам-героям, защищавшим Ленинград от гитлеровских захватчиков.

Из года в год днем и ночью дежурят астрономы на обсерваториях. Результаты их работы — фотоснимки и нескончаемые столбцы цифр — понятны не каждому. Но благодаря им человек проник уже во многие тайны Природы и шаг за шагом продолжает узнавать законы бескрайнего звездного мира, который мы называем Вселенной.

КАК НЕ СДЕЛАТЬ ИЗ МУХИ СЛОНА

Писатель Эдгар По — любитель леденящих кровь сюжетов — описывает обман зрения, причинивший мучительные терзания герою его рассказа «Сфинкс».

«...На закате жаркого дня я сидел с книгой в руках у раскрытого окна, из которого открывался вид на отдаленный холм за рекой... Подняв глаза, я случайно взглянул на обнаженный склон холма и — увидел нечто странное: отвратительное чудовище быстро спускалось с вершины холма...»

Вид чудовища поверг рассказчика в трепет. Туловище его имело форму клина. Оно было снабжено двумя парами крыльев — каждое по сто метров в длину. Пасть животного помещалась на конце хобота в двадцать метров длиной и такой же толщины, как тело слона. У основания хобота топорщилась густая масса всклокоченных волос, а из нее выдавались, изгибаясь вниз и вбок, два блестящих клыка.

«...Нервы мои не выдержали, и когда чудовище исчезло у подошвы холма в лесу, я без чувств повалился на пол...»

Появление «чудовища» объяснялось просто. Паук укрепил на окне свою паутину. Бабочка-сфинкс спускалась по паутинке вниз прямо перед глазами утомленного героя. А он решил, что животное движется по склону холма. Из-за такого смещения размеры бабочки оказались чудовищно преувеличенными.

Подобный обман зрения знаком, наверное, всякому, и любой сможет рассказать один-два особенно запомнившихся ему случая.

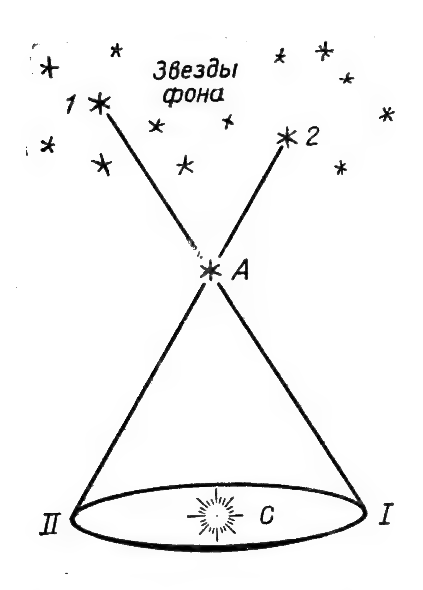
Некоторое отношение может иметь это и к астрономии. Ведь зная массу и наблюдаемую яркость звезд, астрономы вычисляют их плотности и реальные яркости, используя независимо от этого выполненные измерения расстояний. Но не происходит ли с ними того же недоразумения, что и с героем Эдгара По? Может, белые карлики — вовсе не карлики, а просто-напросто очень далекие звезды? А красные гиганты — вовсе не гиганты, а просто близкие звезды? Не делают ли, подобно герою Эдгара По, астрономы из мухи слона?

Правильно измерить расстояния до звезд — это значит правильно оценить их размеры, физические особенности, правильно представить строение Галактики. Как же это делается?

В. Я. Струве первым сумевший измерить расстояние до звезды, использовал для этой цели метод, по своему принципу очень напоминающий метод триангуляции. Базисом для такой «небесной триангуляции» служит диаметр земной орбиты. Рассмотрим чертеж (см. стр. 146).

Пусть буквой *С* обозначено Солнце, а кружок вокруг него изображает орбиту Земли. Буквой *А* мы обозначим близкую звезду, расстояние до которой требует определения. Звезды *1* и *2* принадлежат к многочисленным гораздо более далеким звездам. Их зовут звездами фона.

Когда Земля находится в положении *I*, близкая звезда *А* видна рядом со звездой *1*. Через полгода Земля придет в противоположную точку орбиты, в положение *II*. Вследствие относительной близости к Солнцу звезда *А* «сместится» и окажется



Определение расстояний до ближайших звезд по их смещению относительно гораздо более удаленных звезд фона.

уже рядом со звездой *2*. По величине кажущегося смещения звезды и оценивается расстояние до нее.

Смещения звезд за счет орбитального вращения Земли вокруг Солнца очень малы. Ближайшая соседка Солнца — слабенькая звездочка из созвездия Центавра, названная Проксимой, что в переводе с греческого и значит «ближайшая». Ее смещение за счет движения Земли составляет 1,5″.

Вы хотите представить себе, что это за величина? Воткните на расстоянии 1 *мм* друг от друга две булавки. Привяжите к каждой булавке по нитке. Отойдите от них на 130 *м*. Соедините свободные концы ниток. Угол, образовавшийся при этом между двумя нитками, и будет равен 1,5″ дуги.

Лишь в середине XIX в. астрономическая техника «доросла» до измерения столь малых величин. Первые измерения расстояний до звезд, кроме России, были почти одновременно произведены в Германии и на обсерватории мыса Доброй Надежды в Африке.

Как бы ни были велики размеры отдельных звезд, расстояния между ними несравненно больше. По этой причине в любой из земных телескопов все звезды видны как точки. Сколь бы громаден ни был телескоп, сколь бы сильно он ни увеличивал, сколь бы ни велики были звезды,— все равно они видны как точки.

Для указания расстояний между звездами, как мы знаем, пришлось ввести специальную единицу длины — световой год.

Для обычных земных представлений световой год — расстояние несказанно большое. «Самолетом будущего» называют первый в мире советский сверхзвуковой трансконтинентальный пассажирский лайнер ТУ-144. Если скорость первого реактивного пассажирского самолета ТУ-104 составляла 800—850 *км/час*, то стремительный ТУ-144 покрывает 2500 *км/час*. Представим же себе для сравнения, что какой-то летательный аппарат отправился в полет к звездам со скоростью ТУ-144. Чтобы преодолеть расстояние между Землей и Солнцем, ему понадобится

7 лет. А чтобы достичь Проксимы Центавра, такому аппарату придется затратить почти 2 млн. лет.

Вот список ближайших к Солнцу звезд:

Проксима Центавра — 4,2 световых года,

Альфа Центавра — 4,2 световых года,

звезда Барнарда — 5,9 световых года,

белый карлик Вольф 359 — 7,5 световых года.

Однако подавляющее большинство звезд Галактики удалено от нас на несравненно более значительные расстояния.

В 1967 г. в США торжественно отмечалась 261-я годовщина со дня рождения ученого и борца за независимость североамериканских колоний Бенджамина Франклина. Как водится, чтобы отметить такую годовщину со дня рождения, испекли пирог, в который вставили 261 свечу. Свечи были зажжены с помощью специального электронного механизма. Механизм включился от света звезды γ (гамма) Андромеды. Расстояние этой звезды от нас — 261 световой год. Луч света, который зажег традиционный пирог, был «ровесником» Франклина. Он отправился в путь через межзвездное пространство в год его рождения.

Расстояния, о которых идет пока речь, установлены путем измерения смещений звезд. Таким способом измерены на сегодня расстояния примерно до 6—7 тыс. звезд. Но чем дальше звезды, тем меньше их смещения. Измерять очень малые смещения в конце концов становится невозможным. Метод смещений применим только при расстояниях не больше 300 световых лет. А как же поступать с более далекими объектами? Ведь размеры Галактики значительно больше. А как определять расстояния до других галактик?

Вот тут-то и пора, наконец, вспомнить о звездах, меняющих свой блеск.

Глаз Медузы «моргает» нам из-за того, что одна звезда периодически затмевает другую, более яркую. Звезды такого типа именуют затменно-переменными.

Но далеко не все из переменных звезд — затменные.

«Моргает» и звезда δ (дельта) Цефея. Только причина в этом случае совсем иная. Звезда δ Цефея относится к разряду физически переменных — она пульсирует. Яркость физически переменных звезд действительно меняется: звезда набухает — и яркость растет, звезда «худеет» — и тускнеет. Все физически переменные звезды, которые ведут себя подобно δ Цефея, повелось называть цефеидами. Цефеиды широко распространены во Вселенной. Их находят повсюду: в различных звездных скоплениях, в чужих галактиках.

В начале XX в. на Гарвардской обсерватории в США принялись за изучение цефеид в звездном скоплении, известном под названием Малого Магелланова Облака. Магеллановы Облака — Большое и Малое — не видны с территории СССР. Они расположены в южной части неба и выглядят как отдельные кусочки

Млечного Пути. На самом деле это сравнительно небольшие и удаленные системы звезд, которые находятся за пределами нашей Галактики. Но Магеллановы Облака связаны с Галактикой: они являются как бы сопровождающими ее спутниками.

Казалось бы, изучение цефеид в Магеллановом Облаке не предвещало удивительных открытий. И задача-то была простая. Требовалось уточнить периоды изменения яркости цефеид. Для каждой цефеиды этот период строго постоянен, а от звезды к звезде меняется: период изменения яркости может составлять от нескольких дней до сотен дней и больше.

Но вдруг внимание астрономов привлекло странное обстоятельство. Чем длиннее оказывался период изменения яркости цефеиды, тем ярче была сама звезда. О чем это говорит?

Малое Магелланово Облако находится настолько далеко от нас, что все его звезды можно считать практически одинаково удаленными. Представьте себе лыжника, спешащего вечером по заснеженной долине. Вот он выскакивает на перевал и видит где-то далеко-далеко впереди огни поселка. Строго говоря, каждый дом поселка, каждый из огоньков находятся от лыжника на разных расстояниях. Но расстояния между домами настолько малы по сравнению с общим расстоянием до поселка, что человек вправе считать их одинаково удаленными. А тогда можно сделать вывод: чем ярче светит огонек, тем более яркой лампочкой пользуется хозяин дома.

Если бы лыжник стоял уже на улице поселка, то такого вывода сделать было бы нельзя. Тогда главную роль играло бы расстояние: чем ближе дом, тем ярче свет. Но пока лыжник смотрит на поселок издалека, со стороны, наблюдаемая им яркость огоньков соответствует действительной силе источников света.

Это рассуждение справедливо и по отношению к цефеидам в удаленном звездном скоплении. Стало быть, заключили астрономы, чем ярче на самом деле пульсирующая звезда, тем длиннее период изменения ее яркости. То же подтвердили срочно сделанные наблюдения и над другими звездными скоплениями. Так была обнаружена зависимость между периодом «моргания» цефеид и их реальной яркостью.

Перед астрономами открылись необычайные возможности. Найдены на небе две цефеиды с одинаковым периодом «моргания», но одна в четыре раза слабее другой. Что это значит? Раз периоды их одинаковы, то и реальная яркость их одинакова. А одна видна слабее другой только из-за удаленности. Яркость света ослабевает пропорционально квадрату расстояния. Если одна из цефеид с равными периодами вчетверо слабее другой, значит, она находится в два раза дальше.

Зная это правило, можно отыскивать расстояние до самых далеких объектов, например других галактик, в которых есть цефеиды. Измерив период изменения яркости цефеиды и сравнив

его примерно с таким же периодом другой цефеиды, расстояние до которой известно, определяют расстояние до галактики.

Для того чтобы пользоваться описанным методом, понадобились цефеиды с известными расстояниями. Возникшая ситуация напоминает школьную арифметическую задачу. Гражданин А старше гражданина Б на два года, гражданин Б старше гражданина В на пять лет и т. д. До тех пор, пока мы не узнаем возраста хотя бы одного из них, мы не сможем узнать возраста остальных. И даже не будем знать, молодые ли они люди или старые.

Точно то же и для цефеид. Если мы по периоду найдем, как эта звезда светит на самом деле, то, сравнивая с тем, как она видна на небе, и помня, что ослабление яркости происходит из-за ее удаленности, мы сумеем вычислить расстояние до нее. Но чтобы находить многие расстояния, нужно сперва знать их хотя бы для нескольких цефеид. А еще лучше, поскольку всякие измерения связаны с неминуемыми случайными погрешностями, знать расстояния до многих цефеид. Тогда последующие определения расстояний станут более точными.

Астрономы сумели преодолеть эту трудность, отыскав достаточно много близких цефеид, расстояния до которых определялись обычным методом. И теперь цефеиды служат для определения самых больших расстояний во Вселенной. Их образно окрестили: цефеиды — маяки Вселенной. И действительно — путеводные маяки. Они все время «мигают» нам, и по их «миганию» мы узнаем межзвездные расстояния.

Астрономам в наши дни известны и другие методы оценок расстояний до звезд и чужих галактик. Большие работы по уточнению шкалы межзвездных расстояний издавна проводятся в Москве, в обсерватории Московского Государственного университета, полное название которой — Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга (ГАИШ).

ИМЕНИ ГЕРОЯ РЕВОЛЮЦИИ

Астрономическая обсерватория в Москве носит имя Павла Карловича Штернберга — бесстрашного революционера-подпольщика, заслуженного профессора Московского университета, мужественного участника вооруженной борьбы за Советскую власть.

Павел Штернберг родился в 1865 г. Его дед, ремесленник, лакировщик кож, в поисках лучшей доли пешком пришел в Россию из Брауншвейга. Отец, открыв собственную торговлю, осел в Орле. Жилось нелегко, но семья была трудолюбивой и дружной. Детей у отца с матерью родилось 11 человек.

Будущую профессию Павел Штернберг выбрал быстро и без колебаний. В шестом классе гимназии отец подарил ему на



П. К. Штернберг (1865—1920).

рождество подзорную трубу и шесть книг по астрономии. Павел стал неразлучен с этими книгами и вскоре уверился в мысли, что фамилия Штернберг — «звездная гора» — служит для него перстом судьбы.

В 18 лет Павел Штернберг оканчивает гимназию и поступает в Московский университет, где его тяга к астрономии уже на первом курсе обращает на себя внимание Ф. А. Бредихина, известного русского ученого, в ту пору директора Московской обсерватории. Штернберг специализируется как астроном, с блеском оканчивает университет и чуть позже утверждается «оставленным при университете для приготовления к профессорскому званию». Он женится и продолжает много работать. Преподает в нескольких учебных заведениях. Участвует в экспедиционных работах. Готовит магистерскую диссертацию, которую посвящает трудной проблеме движения полюсов Земли.

Многим известно, как можно отличить сырое яйцо от сваренного вкрутую — яйцо крутят на столе: крутое яйцо вращается легко, а у сырого вследствие возникающих внутри перемещений начинает сложным образом колебаться ось вращения, и оно быстро останавливается. Поведение вращающейся Земли, которая имеет вязкое ядро, несколько напоминает по характеру поведение сырого яйца. Ось вращения Земли совершает небольшие колебания в ее теле. Эти колебания ничтожно малы: истинный полюс Земли чуть-чуть перемещается около среднего положения, постоянно оставаясь в пределах квадрата со стороной в 30 *м*. Разработка методов обнаружения таких едва уловимых перемещений и составляла сущность диссертации П. К. Штернберга, над которой он проработал в течение 10 лет. Оппонентами на ее защите в 1902 г. выступили В. К. Цераский и «отец русской авиации», выдающийся математик Н. Е. Жуковский.

Однако магистр астрономии и приват-доцент Московского университета П. К. Штернберг поглощен в эти годы не только научной работой. Он солидарен с протестами студенчества и профессоров университета, которых правительство стремилось превратить в безропотных чиновников. Он с детства приучен к скромной трудовой жизни, и его живо волнует положение всего трудового народа России. Штернберг много времени проводит в экспедициях, он ездит по разным губерниям, и от него не укрывается нарастающая по всей России атмосфера первой революционной бури.

События русско-японской войны показали всю гнилость царизма, заставили многих передовых людей встать на путь бескомпромиссной борьбы с самодержавием. Сочувствовавший революции и до того времени, П. К. Штернберг в 1905 г. официально вступает в ряды партии большевиков.

В 1906 г. Штернберг становится членом Военно-технического бюро Московского комитета партии — новой боевой организации, которая должна была, учтя опыт Декабрьского восстания, заблаговременно готовить вооруженную борьбу рабочих дружин. Ему и его помощникам предстояло составить планы Москвы с указанием стратегически важных объектов, проходных дворов, заборов, с описанием расположения основных подземных телефонных коммуникаций. Попытаться провести такую съемку по всему городу скрытно было невозможно.

Штернберг осуществил другой, фантастический по своей дерзости план. Он выступил в университете с докладом о возможности изучения аномалий силы тяжести новым методом с помощью «нивелир-теодолитной съемки». Доклад вызвал среди специалистов-астрономов большое недоумение, но Штернберг не отступил и добился, в порядке постановки простейших пробных работ, разрешения на выполнение «нивелир-теодолитной съемки» неподалеку от обсерватории, прямо на улицах Москвы.

— В чем дело? Кто дал право? — волновались околоточные надзиратели и городовые, завидев группу людей с явно подозрительными приборами. Импозантный приват-доцент предъявлял университетские документы и предписание городских властей всячески способствовать в осуществлении «замечательного научного открытия русских ученых».

«Умейте пользоваться услугами врага»,— говорил П. К. Штернберг и давал прекрасные примеры, как это следует делать.

В 1907 г. в богатую торговую фирму братьев Бландовых напросился на работу инженер М. П. Виноградов (тоже член Военно-технического бюро), якобы одержимый идеей новой конструкции молочных сепараторов. Идея сулила выгоды. Для сепараторов успели заказать на заводе три тысячи металлических цилиндров, но вскоре выяснили, что вся конструкция слова доброго не стоит. «Изобретателя», благо он не упирался, тотчас выгнали и под угрозой суда потребовали от него выкупить готовые цилиндры, хотя бы как металлолом, по цене 10 копеек за штуку. А «изобретатель» только того и ждал. Так Военно-техническое бюро за грошовую цену стало обладателем заводским способом изготовленных прекрасных цилиндрических оболочек для самодельных бомб. Разработал операцию с цилиндрами П. К. Штернберг.

Но на получении цилиндров трудности в изготовлении бомб не кончились. Их предстояло испытать, а без оборудованной лаборатории делать это было опасно. Штернберг и тут нашел

необычный выход. Взорвали одну такую бомбу в Сокольниках, неподалеку от Мыза-Раевского артиллерийского склада. В ближайшем же номере журнала Военно-артиллерийского управления появилось сообщение о «таинственном взрыве» близ артсклада с подробными результатами лабораторных испытаний и всеми техническими характеристиками примененной «злоумышленниками» бомбы.

До охранного отделения доходили слухи о «неблагонадежности» статского советника и профессора Московского университета П. К. Штернберга. Он несколько раз попадал под особенно пристальное внимание полиции, но его всегда выручали выдержка и хладнокровие.

Большевик Н. Ф. Преображенский вспоминал о случае, который произошел однажды на его глазах. Нагрянули околоточный надзиратель и шпик в обсерваторию в тот самый момент, когда Штернберг вместе с Преображенским проверяли спрятанное там оружие. Встретил Штернберг непрошеных гостей в комнате, где стояли точные часы, не растерялся и вежливо, едва сдерживая гнев, говорит: «Что вы делаете? Да знаете ли вы, что от одного повышения температуры от вашего тела изменится качание маятника, и время во всей России станет неверным!»

Никаких прямых улик у полиции против Штернберга не было, а такой отповеди околоточный надзиратель и совсем уж никак не ожидал. Так и удалились незваные гости ни с чем.

Несмотря на активную революционную работу, на преподавание в университете и на занятия в других учебных заведениях, П. К. Штернберг продолжает серьезные научные исследования. В 1913 г. за работу «Некоторые применения фотографии к точным измерениям в астрономии» ему присуждается ученая степень доктора астрономии. В 1914 г. он получает звание заслуженного профессора, а в январе 1917 г., уже будучи директором Московской обсерватории, избирается ординарным профессором астрономии Московского университета.

П. К. Штернберг вышел из подполья после Февральской революции 1917 г. В Октябрьские дни 1917 г. он встал во главе революционных дружин Замоскворечья. Активный участник этих боев академик К. В. Островитянов вспоминал, что «фактически боевыми операциями в районе руководил П. К. Штернберг. П. К. Штернберг — чрезвычайно яркая фигура революции. Маститый ученый, профессор астрономии — науки, казалось бы, далекой от революции, и в то же время старый революционер, большевик. Своим внешним видом он напоминал парижского коммунара. Его товарищам по революционной работе хорошо запомнился яркий облик Штернберга — курчавая шевелюра, орлиный нос, окладистая борода с проседью, кожаное кепи, куртка, солдатские сапоги, у пояса наган. Появление этой внушительной фигуры на боевых участках поднимало дух бойцов, вызывало у них уверенность в победе».

В 1918 г. П. К. Штернберг направляется членом Реввоенсовета 2-й армии Восточного фронта, а через год он становится членом РВС всего Восточного фронта.

В ноябре 1919 г. на машине командарма 5-й армии М. Н. Тухачевского Штернберг едет в только что освобожденный от колчаковцев Омск. Во время переправы через замерзший Иртыш машина при 26-градусном морозе уходит под лед. Это происшествие не проходит для Штернберга даром. Он заболевает воспалением легких и, несмотря на все усилия врачей, здоровье к нему больше не возвращается.

П. К. Штернберг умер в Москве в ночь с 31 января на 1 февраля 1920 г. «...Серьезный ученый и настоящий революционер, не только сочувствовавший революции, но и делавший ее,— писал о Штернберге К. А. Тимирязев.— Той же твердой рукой, которой он наводил свой большой телескоп, разыскивая на пределах видимого мира далекую туманность, наводил он и какое-нибудь шестидюймовое орудие, нащупывая надвигающегося близкого врага». В трудную минуту астроном встал на защиту социалистического Отечества.

Эпоха Возрождения выдвинула таких великих революционеров в науке, как Коперник, Бруно, Кеплер, Галилей, которые боролись за раскрепощение творческой мысли ученого от пут схоластических догм. Наше время выдвинуло таких ученых-революционеров, которые с оружием в руках приняли непосредственное участие в борьбе за раскрепощение всех трудящихся.

ГЛАЗА И УШИ АСТРОНОМОВ

Некогда требования мореходной астрономии стимулировали создание хронометров — сложных и точных приборов-автоматов, которые стали первой ласточкой грядущей промышленной революции. На исходе XIX в. запросы астрономии привели к созданию уникальных телескопов — предвестников той революции в технике научного эксперимента, в результате которой вскоре в корне изменились представления ученых об окружающем мире.

Использование грандиозных автоматических установок для ядерных исследований, химические заводы-лаборатории, огромные вычислительные машины — будни современной науки. Начинался же этот бурный прогресс в оснащении научных лабораторий новинками технической мысли именно с астрономии. Путь к этому, как водится, был труден и тернист.

Первым на свет, в руках Галилея, появился линзовый телескоп-рефрактор. Неимоверно длинные, неуклюжие телескопы-рефракторы Яна Гевелия дали возможность на практике выявить все их основные недостатки. Пальма первенства после этого

надолго переходит к отражательным телескопам-рефлекторам, крупнейшие из которых строит Вильям Гершель.

Отражательный телескоп-рефлектор с большим зеркалом собирает свет со значительной площади и дает возможность наблюдать очень слабые объекты. Но и он страдает серьезными недостатками. Поле зрения телескопов-рефлекторов, как правило, чрезвычайно мало: в него не помещается обычно даже диск Луны, и наблюдатель может рассматривать, не перемещая телескоп, лишь крохотные участки лунной поверхности [1]. Ограниченность поля зрения вызывает дополнительные затруднения, особенно при фотографировании. Кроме того, телескопы-рефлекторы в большинстве случаев непригодны для точных позиционных измерений.

В начале XIX в. конструкторская мысль вновь обращается к линзовым телескопам-рефракторам.

Быстрое усовершенствование телескопов-рефракторов произошло благодаря мастерству Йозефа Фраунгофера. Как оптик, Фраунгофер соединил в объективе линзы из двух различных сортов стекла — кронгласа и флинтгласа. Оба сорта стекла приготавливаются из кварцевого песка, различаясь только применяемыми добавками. Но различные коэффициенты преломления света в кронгласе и флинтгласе позволяют резко ослабить окрашивание изображений — основной недостаток старых линзовых систем, с которым безуспешно боролся Ян Гевелий.

Фраунгофер первым научился изготавливать крупные линзовые объективы поперечниками в несколько десятков сантиметров. Огромные трудности связаны здесь с тонкостями технологии процесса варки стекла и охлаждения готового стеклянного диска.

Диск, из которого предстоит отшлифовать объектив, должен быть сварен без пузырей и охлажден таким образом, чтобы в нем не возникло никаких напряжений. Если же такие напряжения возникнут, то в течение длительного времени они будут приводить к медленным и неравномерным изменениям формы объектива, который шлифуется с точностью до долей микрона.

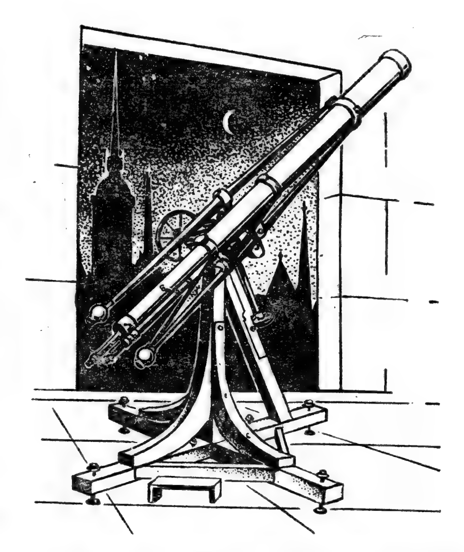
Фраунгофер не только усовершенствовал линзовую оптику телескопа-рефрактора, но и превратил его в высокоточный измерительный инструмент. Ни Гевелий, ни Гершель не нашли удачных решений, как повести телескоп вслед за звездой. Ведь из-за

---

[1] Поле зрения телескопа не надо путать с полем зрения окуляра, которое уменьшается в случае применения окуляров с большим увеличением. Поле зрения телескопа ограничивается объективом и конструкцией трубы, а окуляр может давать возможность рассматривать либо сразу все поле зрения, либо — при большом увеличении — только его часть. В последнем случае, перемещая окуляр, можно осмотреть все поле зрения телескопа, и это не является серьезным недостатком. Если же, как у рефлекторов, мало само поле зрения телескопа, то обзор большой площади требует смещения всего инструмента, что, в частности, в процессе фотографирования вообще недопустимо.

суточного движения небесной сферы звезда постоянно перемещается и, двигаясь по кривой, быстро выходит из поля зрения неподвижного телескопа.

Фраунгофер наклонил ось вращения телескопа, направив ее в полюс мира. Теперь, чтобы следить за звездой, достаточно было вращать его только вокруг одной полярной оси. А этот процесс легко автоматизируется добавлением к телескопу часового механизма, что Фраунгофер и сделал.



Телескоп работы Й. Фраунгофера с объективом поперечником 24 *см*, установленный в 1824 г. на обсерватории в Дерпте.

Фраунгофер первым стал уравновешивать все подвижные части телескопа и в результате отлично отрегулированные инструменты, несмотря на их большой вес, могли поворачиваться буквально благодаря легкому нажиму пальца.

Первоклассным инструментом Фраунгофера с поперечником объектива в 24 *см* была оснащена обсерватория в Дерпте, в которой начинал работу молодой В. Я. Струве. Впоследствии именно Фраунгоферу заказал Струве 38-сантиметровый меридианный инструмент для Пулковской обсерватории.

Расцветшее в Германии искусство мастеров-оптиков сначала распространилось по Европе, а во второй половине XIX в. на первое место выходит уже американский оптик Альван Кларк. В 1885 г. Альван Кларк изготовил для пулковского телескопа-рефрактора крупнейший по тем временам в мире объектив с поперечником в 76 *см*.

Астрономия к этой поре утрачивает положение ведущей государственной науки. Те нужные для мореходства позиционные измерения, ради которых возникли в XVII в. Парижская и Гринвичская обсерватории, оказались давно завершенными, а на собственно научные исследования капиталистические государства не торопятся тратить заметные суммы. Астрономия вновь попадает в зависимость от богатых меценатов. И эти меценаты оказываются наиболее щедрыми за океаном, в Америке.

Много воды утекло с тех пор, когда североамериканские колонии вели революционную борьбу за свободу от тирании британской короны, когда в Америку на помощь сражающимся колонистам спешили Тадеуш Костюшко и генерал Лафайет.

В конце XIX в. Северо-Американские Соединенные Штаты переродились в процветающую буржуазную республику, где лучше всего жилось тем, кто успел прибрать к рукам разработку еще не освоенных природных богатств огромного континента.

Сколотившие миллионные состояния дельцы искали случая увековечить свое имя, и лучшим приложением денег для создания себе «нетленных» памятников им казалось покровительство науке, особенно же постройка крупных астрономических инструментов.

На деньги Джемса Лика, в прошлом мастера по роялям и орга́нам, сколотившего огромное состояние спекуляцией недвижимым имуществом в период «золотой лихорадки», на горе Гамильтон близ Сан-Франциско был сооружен линзовый телескоп-рефрактор с поперечником объектива в 92 *см*. Изготовил для него объектив все тот же Альван Кларк. Основанная в 1888 г. на горе Гамильтон обсерватория согласно завещанию Лика получила название Ликской.

Вскоре еще больший инструмент, с изготовленным Кларком объективом в 102 *см*, был установлен на обсерватории Чикагского университета. Субсидировал обсерваторию чикагский трамвайный магнат, миллионер Йеркс. Обсерватория, само собой разумеется, получила в дальнейшем название Йеркской.

Новые гигантские рефракторы были по своей конструкции повторением гораздо более скромных инструментов Фраунгофера. Они имели тот же стройный, изящный вид, легко управлялись, но из-за поглощения света в стеклах объектива и прогибания труб размеры новых инструментов оказались предельными. Строить рефракторы большего размера было признано неразумным. Внимание астрономов вновь, в который раз, обратилось к зеркальным телескопам-рефлекторам.

В 1919 г. на горе Вилсон в Калифорнии вступил в строй телескоп-рефлектор с поперечником зеркала в 2,5 *м*. Опыт его изготовления был учтен в проекте 5-метрового телескопа, на строительство которого американским специалистам потребовалось четверть века. Он вступил в строй в обсерватории на горе Паломар уже после второй мировой войны, в 1949 г.

Слово «гора» по-английски произносится как маунт, и поэтому обсерватории на горе Вилсон и на горе Паломар чаще называют соответственно Маунт Вилсон и Маунт Паломар.

С победой Великой Октябрьской социалистической революции советская наука получила возможность развиваться при всесторонней и активной поддержке государства. Значительно расширилась в нашей стране инструментальная база астрономических исследований.

За годы Советской власти в разных частях страны было построено много новых обсерваторий.

В Крымской астрофизической обсерватории Академии наук СССР ныне установлен и работает крупнейший в Европе теле-

скоп-рефлектор с поперечником зеркала 2,6 *м*. Этому телескопу присвоено имя видного советского астрофизика, академика Г. А. Шайна.

Несколько лет тому назад было принято решение о сооружении в СССР телескопа-рефлектора с поперечником зеркала в 6 *м*. Этот инструмент станет крупнейшим в мире.

Сооружение невиданного по размерам телескопа сопряжено с решением огромного количества ранее не встречавшихся проблем — и научных, и технических.

Снова возник, например, удачно решенный некогда Фраунгофером вопрос о перемещении телескопа вслед за звездами. Если, как обычно, направить одну из осей вращения телескопа на полюс мира, то труба телескопа оказывается расположенной асимметрично относительно несущей ее конструкции. При гигантском весе 6-метрового телескопа такое решение перестает быть удовлетворительным, и в новом инструменте используется совсем иной принцип.

Труба телескопа будет покоиться на простой конструкции с одной вертикальной и одной горизонтальной осями. Гидравлические подшипники обеих осей будут вращаться на тончайшей пленке масла, нагнетаемого в них под большим давлением. А как будет осуществляться наблюдение за звездами? Специальная управляющая электронно-вычислительная машина рассчитает смещения звезд, учтет необходимые поправки за влияние рефракции и гнутие трубы и будет непрерывно поворачивать телескоп по каждой из осей точно с той скоростью, с какой это необходимо.

Та же электронная машина будет управлять поворотом кассеты с фотопластинкой при фотографировании небесных объектов и вращением купола.

В отличие от монтировки, примененной Фраунгофером, которая называется параллактической, монтировка 6-метрового телескопа носит название азимутальной. А весь телескоп, согласно заводской документации, именуется БТА — большой телескоп азимутальный.

Огромные трудности связаны с креплением главного зеркала уникального телескопа в металлической оправе. В любом положении зеркало должно находиться как бы в состоянии невесомости, или, как говорят инженеры, быть разгруженным. Оправа зеркала напоминает глубокую тарелку с очень сложной системой разгрузки. Зеркало БТА ляжет на 60 точек, три из которых, фиксирующие положение зеркала, будут несущими, а остальные — разгрузочными.

Нелегко было выбрать и наиболее подходящее место для установки БТА. Десятки экспедиций обследовали с этой целью Сибирь, Крым, Кавказ. После долгих поисков решено было установить инструмент в горах Кавказа, неподалеку от станицы Зеленчукской, на высоте свыше 2000 *м* над уровнем моря.

Если оптические телескопы справедливо называть «глазами» астрономов, то в связи с бурным развитием радиоастрономии у них появились теперь еще и «уши».

Крупнейшим из радиотелескопов, которые могут поворачиваться и наводиться в любую точку неба, остается пока телескоп в английской обсерватории Джодрелл Бэнк. Он состоит из одного металлического зеркала диаметром в 76 *м*.

Мощнейшим радиотелескопом является советская антенна дальней космической связи, состоящая из 8 установленных на общей раме параболических зеркал. С помощью этой антенны велись наблюдения за космическими летательными аппаратами, уходящими в дальний космос, в частности за теми, которые совершали спуск в атмосфере Венеры и Марса.

В наши дни стало очевидным, что заметно увеличить размеры радиотелескопов, сохранив их полную подвижность, технически невозможно. Поэтому стали строить такие радиотелескопы, которые могут изменять свое положение только в одном направлении, или даже полностью неподвижные. Перед неподвижным радиотелескопом, благодаря вращению небесной сферы, в течение суток проходит целая полоса неба, куда, конечно же, попадает много интересных объектов.

Крупнейший из неподвижных радиотелескопов построен в Пуэрто-Рико, в кратере потухшего вулкана Аресибо. Кратер вулкана был тщательно выровнен и получил форму параболоида, потом забетонирован и получившаяся чаша застелена металлической сеткой. Диаметр радиотелескопа Аресибо — 300 *м*.

Человеческий глаз и глаз любого животного характеризуется чрезвычайно важной величиной — разрешающей способностью. Разрешающей способностью называют тот наименьший угол, под которым два объекта — две черты или две точки — различаются как самостоятельные.

Разрешающая способность глаза зависит от очень многих обстоятельств. Для человека с нормальным зрением и невооруженным глазом в обычных условиях она составляет около 1′.

Величиной разрешающей способности характеризуются и телескопы. Она увеличивается с увеличением диаметра объектива телескопа и с уменьшением длины волны принимаемого излучения. Однако для оптических телескопов разрешающая способность лимитируется атмосферой и не превышает 0,3″.

В радиоастрономии долгие годы дело обстояло гораздо хуже, поскольку радиоастрономы наблюдают не видимый свет с длинами волн в 4000—7000 Å, а радиоволны, длины которых в десятки тысяч раз больше. Отсюда и возникла необходимость в постройке радиотелескопов с огромными объективами-параболоидами. Но разрешение радиотелескопов все равно оставалось плохим. Оно составляло многие минуты и десятки минут дуги. А это значит, что не имелось никакой возможности изучать тонкую структуру наблюдаемых на небе радиоисточников. Нельзя было даже отве-

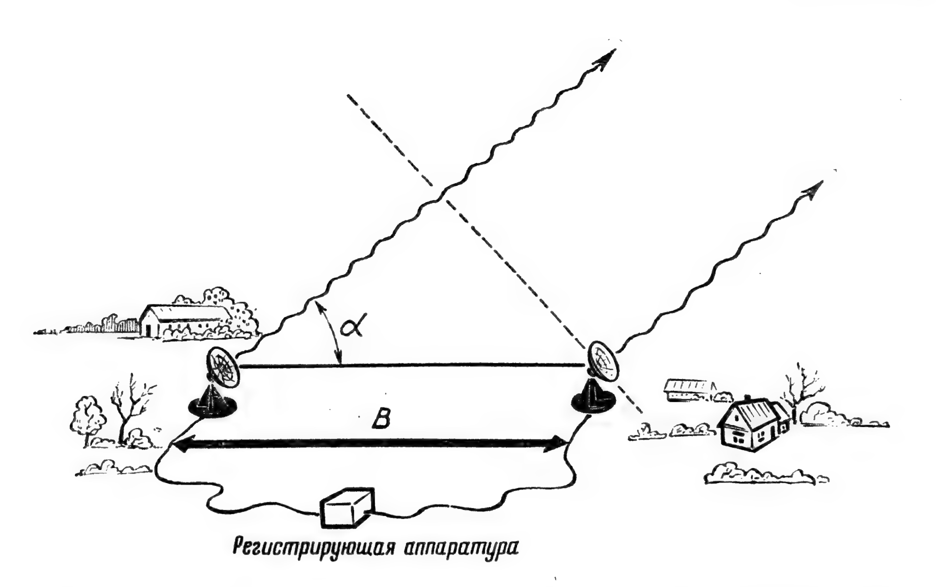


Схема работы радиоинтерферометра. С помощью двух радиотелескопов, находящихся на расстоянии B друг от друга, наблюдается один и тот же объект. Принятые сигналы усиливаются и подводятся к специальной аппаратуре, которая регистрирует суммарный результат. За счет суточного вращения небесной сферы положение исследуемого радиоисточника относительно базы интерферометра (т. е. угол α) непрерывно меняется. При этом суммарный результат обнаруживает интерференционную картину периодических чередований максимумов и минимумов, расшифровка которой и позволяет исследовать тонкую структуру радиоисточника. Если через λ мы обозначим длину волны принимаемого сигнала, то два соседних максимума возникают при изменении угла α на величину $\Delta \alpha = \frac{\lambda}{B \sin \alpha}$. Эта величина и является пределом углового разрешения радиоинтерферометра.

тить на такой простой вопрос: какова протяженность радиоисточника? То ли наблюдается на небе один большой радиоисточник размерами в десятки минут дуги, то ли на этом участке неба расположено рядом несколько источников, но все они маленькие?

Радиоастрономы сумели преодолеть эту, казалось бы, непреодолимую трудность. Они стали использовать два радиотелескопа, отнесенных друг от друга на сотни и даже тысячи километров,— так называемый радиоинтерферометр. Сравнение одновременных наблюдений на обоих телескопах дает возможность при больших базах добиться разрешающей способности, невиданной даже для оптических инструментов и доходящей до 0,001″.

Этот пример в очередной раз показывает, что природа не может положить границ пытливости человеческого разума, и все трудности, даже самые, казалось бы, непреодолимые, можно преодолеть.

В XX в. астрономия вновь развивается невиданно стремительными темпами. Хронологическая таблица открытий все время пополняется новыми сообщениями.

На рубеже века голландец Ян Каптейн надежно оценивает размеры Галактики. Вскоре Альберт Эйнштейн разрабатывает теорию относительности, благодаря которой астрономы получают возможность теоретически представить себе картину развития Вселенной. Тогда же Нильс Бор предлагает планетарную теорию строения атома.

Изучение строения вещества стимулирует широкое развитие спектроскопических работ, которые в дальнейшем находят эффективное применение в астрофизике.

В 1917 г. американец Ричи случайно находит новую звезду в чужой галактике и, просматривая старые фотопластинки, обнаруживает в других галактиках еще несколько Новых. Измерение яркости этих Новых дало еще один метод для оценки расстояний до других галактик. Годом позже Харлоу Шепли предложил модель строения нашей Галактики.

В 1919 г. был организован Международный Астрономический Союз, который объединил усилия астрономов разных стран и позволил вести работу коллективно, рационально распределяя области исследования между отдельными обсерваториями.

В двадцатые годы Эдвин Хаббл с помощью крупнейших телескопов получил фотографии туманностей, на которых видны отдельные звезды. Так было окончательно доказано, что многие туманности являются такими же звездными системами, как и наша Галактика. Дальнейшие открытия цефеид в отдаленных галактиках дали наиболее точный метод определения межгалактических расстояний. В то же время швед Бертиль Линдблад и голландец Ян Оорт установили вращение нашей Галактики.

В 1930 г. была открыта девятая планета Солнечной системы Плутон, а чешский инженер Карл Янский впервые принял радиоволны внеземного происхождения.

Во время второй мировой войны в Англии было открыто радиоизлучение Солнца.

В послевоенные годы в нашей Галактике были обнаружены такие же спиральные ветви, которые столь хорошо видны на фотографиях других галактик. Француз Вокулер открыл существование системы галактик — Сверхгалактики.

Советские ученые, храня традиции великих русских астрономов, занимают одно из ведущих мест в изучении тайн неба. Всемирное признание завоевали работы по исследованию спектрально-двойных звезд, выполненные Г. А. Шайном, многочисленные труды по планетной астрономии О. Ю. Шмидта, Н. П. Барабашова и В. Г. Фесенкова, исследования по радиоастрономии С. Э. Хайкина и И. С. Шкловского, работы по физике Солнца

В. А. Крата. Широко известны во всем мире имена астрофизика Б. П. Герасимовича, специалиста в звездной астрономии П. П. Паренаго. Значительный вклад в развитие звездной астрономии внесли Б. В. Кукаркин, Б. А. Воронцов-Вельяминов, В. П. Цесевич, П. Н. Холопов. Велики заслуги советских астрометристов Б. В. Нумерова, Н. И. Идельсона, С. Н. Блажко, А. А. Михайлова, М. С. Зверева.

Особенное развитие в работах советских ученых получила космология.

Г. А. Тихов положил начало новой отрасли астрономии — астроботанике. Д. Д. Максутов предложил оригинальную конструкцию телескопов, которая значительно упрощает их изготовление. Н. А. Козырев возродил пристальный интерес к изучению проявлений современной активности на поверхности Луны и планет.

В годы Советской власти во всю силу развернулся талант К. Э. Циолковского. «Земля — колыбель разума,— говорил Циолковский,— но нельзя же вечно жить в колыбели». Пророческие мысли К. Э. Циолковского нашли выражение в запуске в СССР первого в мире искусственного спутника Земли. Его полет в 1957 г. открыл космическую эру истории человечества. Астрономы получили возможность непосредственного экспериментального изучения тел Солнечной системы. Признавая заслуги советской астрономии, Международный Астрономический Союз избрал в 1961 г. своим Президентом выдающегося советского ученого, академика В. А. Амбарцумяна. Академик А. Б. Северный занимал пост вице-президента Международного Астрономического Союза два срока — с 1964 по 1970 г., а в 1970 г. вице-президентом Союза стал член-корреспондент АН СССР Э. Р. Мустель.

Смелый проект создания в нашей стране крупнейшего в мире 6-метрового телескопа позволит советским астрономам еще дальше заглянуть в глубины Вселенной.

Астроном, пожалуй, более чем любой другой ученый, должен быть готов к неожиданным открытиям. Многие часы проводит он у телескопа, набирая необходимый наблюдательный материал, обрабатывает этот материал в соответствии с принятой программой работы. Но в процессе практических наблюдений приходится подчас сталкиваться с некоторыми непредвиденными явлениями и едва уловимыми несоответствиями, которые не находят полного объяснения в рамках существующих представлений.

Если астроном не проходит мимо таких «мелочей», если он вникает в существо обнаруженного явления, отыскивая его подлинные причины, ему всегда может посчастливиться «неожиданно» добыть совершенно новые, дотоле неизвестные сведения о природе.

Прекрасные примеры тому дает и прошлое, и настоящее астрономии.

В августе 1967 г. Ж. Белл — аспирантка известного английского радиоастронома Энтони Хьюиша — в старинном университетском городке Кембридже во время обычных наблюдений мерцания радиоисточников обнаружила поступающие из одной точки неба очень короткие и очень правильные радиоимпульсы, напоминающие быстро чередующиеся точки азбуки Морзе.

Полгода — беспрецедентный случай в современной астрономии! — открытие держалось в строжайшей тайне, а неведомый радиоисточник среди персонала обсерватории получил сокращенное обозначение ЛГМ. Оно происходило от начальных букв английских слов little green men — «маленькие зеленые человечки», как в шутку обычно называют на Западе гипотетических обитателей других миров.

При последующих поисках в короткий срок было обнаружено несколько десятков загадочных источников правильных радиоимпульсов и доказано, что к посланиям инопланетных существ они не имеют никакого отношения. За вновь открытыми объектами Вселенной укрепилось название пульсирующих радиоисточников, или сокращенно п у л ь с а р о в. Размеры пульсаров оказались в высшей степени скромными, порядка размеров небольших планет вроде Земли.

С открытием пульсаров астрономы-теоретики получили небывалую пищу для размышлений. Особенно усиленно стала разрабатываться идея, что пульсары — это быстро вращающиеся нейтронные звезды, которые возникают как последняя стадия жизни обычных звезд. И. С. Шкловский назвал нейтронные звезды «синей птицей» астрофизиков-теоретиков, о которой они мечтали вот уже три десятилетия.

Открытие пульсаров в силу необычности их свойств всколыхнуло ученых самых различных направлений, и дело дошло даже до обсуждения справедливости основных законов физики. А сделано было это крупное открытие, казалось бы, совершенно неожиданно, «попутно», в результате рядовых радиоастрономических наблюдений.

Астрономия пережила века. Несколько раз на протяжении истории человечества на ее долю выпадала чрезвычайно ответственная миссия — определить мировоззрение общества, дать правильное направление научной и философской мысли. И во второй половине XX в. астрономия снова находится в таком же положении. Небо XX в. преподнесло ученым такие сюрпризы, как расширяющаяся Вселенная, взаимодействующие галактики, квазары и пульсары — объекты, излучающие гигантские количества энергии, не идущие ни в какое сравнение с их скромными размерами.

Астрономы все больше и больше задумываются над путями решения самой волнующей проблемы науки — поисков внеземных цивилизаций.

Итак, к неожиданностям готовы...

Глава третья

КОСМИЧЕСКИЕ ОКРЕСТНОСТИ ЗЕМЛИ

СТРАНИЦЫ БИОГРАФИИ

Некогда Солнце оказалось в центре огромного роя пыли и газа, по-видимому, в одном из тех скоплений холодной межзвездной материи, которые мы, наблюдая их теперь на небе, зовем «угольными мешками».

Скорее всего, как считает сегодня большинство исследователей, Солнце, подобно другим звездам, возникло в результате конденсации материи в центральной части этого межзвездного роя. Может быть, согласно другой точке зрения, двигаясь по своей галактической орбите, Солнце захватило такой рой и продолжало двигаться дальше вместе с ним. И в том и в другом случае под действием сил тяготения Солнца первоначально бесформенный рой межзвездного вещества должен был мало-помалу сгущаться и приобретать определенную форму. Солнце оказалось окруженным вращающимся облаком мелких твердых частиц и газа. От греческого слова «прото» — «первый» окружавшее Солнце облако твердых частиц и газа получило название протопланетного. Из этого холодного первичного облака образовались в дальнейшем планеты Солнечной системы.

Форма протопланетного облака отдаленно напоминала бублик, если только его положить на стол и сильно сплющить. На близком расстоянии от Солнца было пусто: вещество отсюда либо притягивалось к Солнцу, либо откидывалось в более удаленные области. С увеличением расстояния от Солнца толщина облака возрастала.

В близкой от Солнца внутренней части облака преобладали тугоплавкие нелетучие частицы. Солнечное тепло приводило к испарению летучих веществ, а давление солнечных лучей «выметало» газы в среднюю, самую плотную и толстую часть облака. С приближением к далекой внешней границе толщина облака снова уменьшалась.

Частицы вещества, вращаясь вокруг Солнца, непрерывно сталкивались и сцеплялись воедино, подобно тому как липкие снежинки во время сильного снегопада соединяются в большие снежные хлопья. «Хлопья» частиц росли, продолжая сливаться друг с другом и постепенно вычерпывая окружающее их рассеянное вещество. Так возникали «зародыши» планет.

Вблизи от Солнца формировались планеты небольшие и плотные. А в средней части протопланетного диска росли планеты-

гиганты — Юпитер, Сатурн, Уран, с огромным содержанием летучих веществ, воды, углекислого газа, метана и аммиака. Все это происходило около 5 млрд. лет назад.

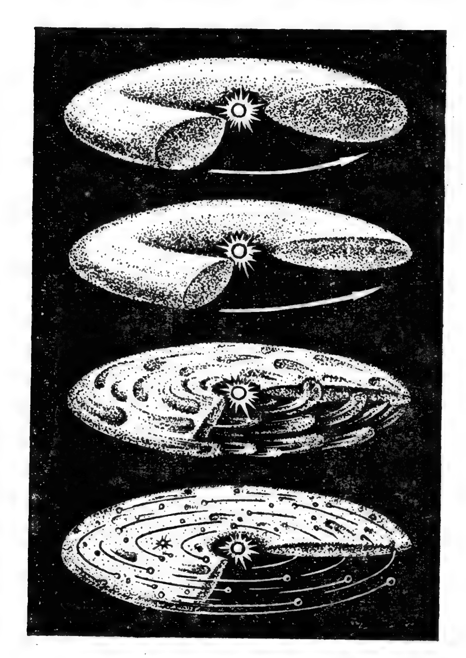
Основы такого взгляда на происхождение Солнечной системы разработал выдающийся советский ученый, математик и геофизик, неутомимый путешественник, отважный исследователь Арктики, Герой Советского Союза академик Отто Юльевич Шмидт.

Эта гипотеза объясняет многие особенности строения Солнечной системы. Она получила широкое признание, хотя и не является единственной.

Попытки объяснить происхождение Солнечной системы имеют длинную историю.

В середине XVIII в. французский натуралист Жорж Бюффон высказал мысль, по которой рождению планет предшествовала гигантская космическая катастрофа: по его мнению, в жидкое Солнце словно пушечное ядро врезалась комета. Солнечное вещество «брызнуло» в стороны, и огненно-жидкие капли его, остывая, превратились в планеты.

На уровне современных знаний гипотеза Бюффона — попросту заблуждение и не выдерживает никакой критики. Солнце вовсе не жидкое, а кометы не имеют ничего общего с пушечными ядрами. Удара при сближении кометы с Солнцем произойти не может.



Ранние этапы образования планет из газо-пылевого протопланетного облака.

Теперь на основе физических свойств веществ математически доказано, что планеты могли возникнуть только при длительном слипании холодных твердых частиц, а вулканическая активность на планетах связана отнюдь не с их первоначально жидким состоянием, а с последующим разогревом верхних слоев за счет распада радиоактивных элементов.

Но в свое время гипотеза Бюффона была прогрессивной, поскольку она объясняла происхождение планет не как результат божественного творения, а как результат действия сил природы. В монархической Франции участь Бюффона отчасти напоминала участь Галилея. Через

два года его принудили отречься от крамольных идей и признать божественное происхождение Солнца, Земли и планет.

Спустя полвека, уже в годы Великой революции, другой французский ученый — астроном, физик и математик Пьер Симон Лаплас выдвинул гипотезу о совместном возникновении планет и Солнца из медленно вращающейся туманности, состоявшей из раскаленных паров и газов. Туманность понемногу охлаждалась, уплотнялась и сжималась.

Помните, как конькобежцы-фигуристы вдруг резко увеличивают скорость вращения вокруг оси. Для этого они сильно прижимают руки к груди. По тому же закону должна увеличивать скорость осевого вращения и сжимающаяся туманность. По мере нарастания скорости вращения туманность сплющивается у полюсов, принимая форму диска. В конце концов постоянно увеличивающаяся скорость вращения приводит к неустойчивости диска. При громадной скорости в далеком экваториальном поясе от вращающейся туманности отслаивается «обруч». Вещество «обруча» охлаждается гораздо быстрей всей массы туманности, и ему предстоит сгуститься в планету.

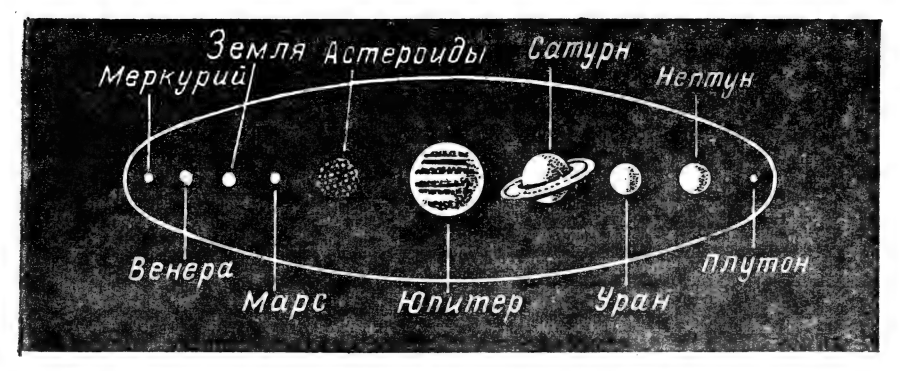
Процесс тем временем идет своим чередом. Туманность продолжает охлаждаться, уменьшается в размерах, раскручивается, сплющивается, и от нее отслаивается второе кольцо, второй «обруч». Так туманность расслаивается на несколько колец, а в центре ее остается горячая звезда.

В своей гипотезе Лаплас повторил и развил некоторые идеи известного немецкого философа Иммануила Канта. По Канту, пространство первоначально было заполнено хаотически движущимися твердыми частицами. Вследствие непрерывных столкновений происходило упорядочение движения частиц. Первичная туманность начинала вращаться, и из вращающейся туманности возникали планеты. Лаплас придал идеям Канта стройную, законченную форму. Он подкрепил общие философские положения Канта математическими расчетами.

Гипотеза Канта — Лапласа имела огромное значение для развития науки XIX в., однако вскоре выяснилось, что и такое объяснение происхождения Солнечной системы сталкивается с непреодолимыми трудностями.

В начале XX в. англичанин Джемс Джинс подробно развил высказанные ранее другими учеными идеи о возникновении планет в результате «встречи двух солнц», т. е. в результате прохождения близ Солнца другой звезды. Это была новая «катастрофическая» гипотеза в духе гипотезы Бюффона.

Проходящая звезда, по мысли Джинса, исторгла из недр Солнца струю вещества, которая затем распалась на сгустки, давшие начало планетам. Вырванная струя должна была иметь форму сигары, и Джинс видел важные доказательства своей гипотезы в том, что самые близкие и самые далекие от Солнца



Сравнительные размеры планет в зависимости от их расположения в протопланетном облаке.

планеты действительно малы по размерам, а в толстой части «сигары» действительно находятся планеты-гиганты.

Из гипотезы Джинса следовало, что планетные системы возникают совершенно случайно и крайне редко, поскольку тесные прохождения двух звезд во Вселенной чудовищно редки.

Последующие расчеты показали полную несостоятельность такой гипотезы. Даже в идеальном случае, если бы массивная звезда и проходила сколь угодно близко от Солнца, вырванной струи вещества никоим образом не хватило бы на образование планет. Это была бы не мощная струя газа в 6 млрд. *км*, которая требовалась Джинсу, а крохотный выброс — «поросячий хвостик», как едко окрестил его один из критиков.

Изучением происхождения Солнечной системы занимается раздел астрономии, носящий название планетной космогонии. В существующих космогонических представлениях остается еще достаточно нерешенных проблем, и ученые разных стран продолжают ломать копья, работая над созданием единой, приемлемой с точки зрения современной физики и современной математики космогонической теории. Но какова бы ни была эта теория, самая существенная, принципиально важная черта ее вполне определилась: возникновение и развитие всей планетной системы есть закономерный процесс, неразрывно связанный с историей нашего центрального светила, неразрывно связанный с биографией Солнца.

И НА СОЛНЦЕ ЕСТЬ ПЯТНА!

Солнце — центральное светило нашей планетной системы — неиссякаемый источник света и тепла. Под его влиянием из года в год происходят медленные геологические изменения поверхности Земли, формируется климат, рождаются штормы в океане и смерчи в атмосфере. В результате переработки солнечной энергии на нашей планете развивается растительная жизнь. Пи-

ща, которую мы едим, — это «консервированные» солнечные лучи. Да не только пища, но и уголь, нефть, торф, горючие газы — все это «консервы» из солнечной энергии.

Солнце излучает световую энергию во все стороны. До Земли доходит ничтожно малая часть ее. Но и эта ничтожно малая часть представляет собой огромную величину. Солнечная энергия, поступающая к Земле всего за несколько суток, равна энергии всех разведанных на нашей планете месторождений угля.

В целом Солнце — самая обыкновенная звезда. Но, конечно, оно имеет свои особенности. И для нас, жителей Земли, находящихся под боком этого природного атомного реактора, особенности ежедневной и ежегодной деятельности Солнца имеют исключительно важное значение. Вот почему астрономы и занимаются пристальным изучением Солнца.

Влияние Солнца на окружающее его межпланетное пространство и на всю планетную систему, по-видимому, различно, в зависимости от степени его активности. Показателем же активности Солнца, как выяснилось, могут служить солнечные пятна.

«...Взирая на солнце, прищурь глаза свои, и ты смело разглядишь в нем пятна»,— так учил своих поклонников бессмертный Козьма Прутков.

Щурься или не щурься — смотреть на Солнце, не защитив глаза, крайне вредно. На яркий солнечный диск позволительно смотреть только через черные очки, очень темное стекло или засвеченную фотопленку. Тогда при благоприятном стечении обстоятельств действительно удается порой заметить простым глазом наиболее крупные солнечные пятна.

О существовании пятен на солнечном диске еще 23 столетия назад сообщил Теофраст из Афин. В русской летописи за 1371 г. читаем: «...того же лета бысть знамение в солнце, места черны по солнцу аки гвозди...» Такие «знамения на небеси» внушали суеверным людям страх, предвещая будто бы всяческие несчастья.

Галилей в телескоп обнаружил, что солнечные пятна — явление самое обычное. Они систематически появляются и исчезают.

Недолгое время пытались объяснить появление пятен прохождением перед диском Солнца каких-то неизвестных небесных тел, расположенных между Солнцем и наблюдателем. Позже было доказано, что пятна — более холодные участки солнечной поверхности.

Вообразите себе накаленный добела кусок железа. Если на него каким-нибудь образом попадает крупинка холодного железа, то она будет казаться темным пятном. Хотя внутри Солнца температура чрезвычайно велика, на поверхности она «всего» 6000°. А температура солнечных пятен бывает на 1000° ниже окружающих их областей. И поэтому они так выделяются.

Среднее солнечное пятно по диаметру значительно превосходит размеры земного шара.

Пятна появляются только в сравнительно узкой зоне, вблизи солнечного экватора. Но они никогда не находятся на самом экваторе. В большинстве случаев пятна образуют группы, причем в пределах одной группы они могут слегка перемещаться. Пятно может существовать от одного дня до нескольких месяцев. В течение этого времени изменяются его размеры и форма.

По движению пятен были установлены особенности вращения Солнца вокруг оси. Солнце вращается вокруг своей оси не как твердое тело. Быстрее всего вращается экваториальная зона. Точка на экваторе по отношению к звездам совершает один оборот за 25 суток [1]. А точкам вблизи полюсов для одного оборота требуется до 35 суток.

В наши дни установлено, что солнечные пятна, подобно электрической катушке с током, связаны с магнитными полями. Расположение северного и южного магнитных полюсов у пятен подчиняется строгим закономерностям.

Появление пятен свидетельствует о том, что Солнце активно «живет», непрерывно изменяется. Пятна — наиболее характерное проявление солнечной активности. Их возникновение сопровождается целым рядом других явлений. Иногда с поверхности Солнца вырываются в межпланетное пространство гигантские водородные фонтаны — *протуберанцы*. Иногда происходит кратковременное резкое повышение яркости над пятнами. Это так называемые солнечные вспышки, при которых дополнительно выделяется огромное количество энергии.

Солнечная активность периодически нарастает и спадает. Одним из первых заподозрил периодичность солнечной активности Вильям Гершель. Однако, разумеется, никаких данных о систематических наблюдениях за поверхностью Солнца в его распоряжении не было. На помощь Гершелю пришла его неисчерпаемая научная выдумка. Он решил, что солнечная активность должна влиять на урожайность зерновых культур, а тем самым проявляться и в ценах на хлеб. В итоге для анализа солнечной деятельности он воспользовался данными о ценах на хлеб, которые имелись за многие десятилетия. Но его предположения не подтвердились.

Впервые цикличность солнечной активности была случайно обнаружена в середине XIX в. любителем астрономии из Германии, аптекарем Швабе. Швабе мечтал найти близкую к Солнцу планету, и с этой целью, чтобы не пропустить прохождения черного кружка планеты перед диском Солнца, стал регистрировать появление всех солнечных пятен.

За 20 лет наблюдений Швабе так и не открыл планеты, но, к своему удивлению, подметил, что число пятен на Солнце регуляр-

---

[1] Для наблюдателя на Земле за счет движения Земли вокруг Солнца в ту же сторону, что и вращение Солнца вокруг своей оси, этот период удлиняется до 27 суток.

но меняется. Бывали годы, когда солнечный диск ни на один день не оставался без пятна. Лет через 5—6 число пятен сокращалось до минимума. Если в 1828 г. Швабе насчитал 225 пятен, то за весь 1833 г. их было всего 33. В последующие за минимумом годы число пятен вновь возрастало. Так был открыт 11-летний цикл изменений количества солнечных пятен.

Теперь установлено, что при повторном цикле северные и южные полюса магнитных полей в пятнах меняются местами. Поэтому правильнее говорить о 22-летнем цикле солнечной активности. Кроме этого, в солнечной активности существуют еще и другие периодичности. Так, от одного 11-летнего цикла к другому максимумы числа солнечных пятен бывают по величине различными. В среднем каждые 80 лет случается особенно большой максимум солнечных пятен.

Солнечная активность тесно связана с явлениями в земной атмосфере. Солнечные вспышки, например, сопровождаются на Земле полярными сияниями и магнитными бурями. Во время магнитных бурь происходят резкие изменения магнитного поля Земли, нарушается радиосвязь. Солнечная деятельность влияет на погоду и тем самым на растительность. Влияет она и на жизнедеятельность человеческого организма.

Само собой разумеется, что за длительный срок своего развития человеческий организм приспособился к изменениям солнечной активности. Мы недаром называем Солнце источником жизни. И совершенно неправильно думать, что солнечная активность представляет для человечества какую-то угрозу. Однако вполне резонно, что изменение солнечной активности способствует активизации естественных процессов, с точки зрения людей как полезных, так и вредных.

Например, замечена связь роста солнечной активности с вспышками эпидемий некоторых болезней. Одно из наиболее интересных исследований в этой области принадлежит советскому ученому А. Л. Чижевскому. Он собрал подробные сведения о периодичности эпидемических заболеваний и сопоставил их с данными о солнечной активности. На основании выведенной связи А. Л. Чижевский в 1929 г. предпринял попытку предсказать некоторые эпидемии на 35 лет вперед. Результаты его прогноза поразительны. Семь из восьми предсказанных Чижевским эпидемий гриппа действительно происходили.

Изучение воздействия солнечной активности на атмосферу Земли поможет уяснить, каким путем воздействует Солнце на человеческий организм. Эти знания в свою очередь помогут улучшить условия жизни человека, помогут профилактике заболеваний, правильной постановке медицинских исследований. Вот почему, в частности, ученые разных стран уделяют столь пристальное внимание проблеме так называемых солнечно-земных связей.

Для астрономов и геофизиков в наши дни нет сомнений, что важные солнечно-земные связи существуют. Их влияние может

быть различно в зависимости и от состояния солнечной активности, и от положения Земли относительно Солнца.

Смерчи и ураганы рождаются в атмосфере из-за неодинакового разогрева отдельных ее участков. Они чаще всего появляются в определенные сезоны. Такого рода явления прямо — самым непосредственным образом — связаны с Солнцем. Но ведь связь может быть и косвенной.

Вы, конечно, слышали о лавинах в горах. Как будто бы ничто не предвещает несчастья, все спокойно. Но вот покатился по склону маленький камешек, увлек за собой несколько других — еще мгновение, и вниз по склону, ломая вековые деревья, сметая все на своем пути, устремляется громадная лавина. Причина в первом камешке? Нет. Коварные горы исподволь «подготовили» эту лавину. Падение камешка послужило только сигналом.

Цепь событий в этом случае напоминает ту, которая бывает при ружейном выстреле. Ружье заряжено, все готово к выстрелу, но само по себе ружье стрелять не станет. Охотник спускает предохранитель, нажимает спусковой крючок — все это события незначительные, человек не прикладывает больших физических усилий. Щелчок — и из дула со скоростью нескольких километров в секунду вырывается смертоносная пуля.

Может быть, нечто аналогичное происходит и при разрушительных землетрясениях, и при извержениях вулканов. Исподволь идет «подготовка» в недрах Земли к этим страшным событиям. И вдруг небольшое изменение солнечной активности — как будто Солнце «нажало» на неведомый спусковой крючок — влечет за собой излияния расплавленной лавы, сотрясение почвы, появление чудовищных океанских волн цунами.

Так ли все это — ответить пока невозможно. Но, повторяем, ученые в принципе не сомневаются в существовании солнечно-земных связей. Им предстоит установить характер этих связей, научиться на этом основании предвидеть будущее.

Предвидеть будущее — скажете вы — но ведь эту же задачу ставила себе средневековая астрология! Астрологи «гадали по звездам» и по расположению небесных светил брались судить о судьбах отдельных людей и целых народов. И это не имело ничего общего с наукой? Да, не имело. А теперь имеет. И вот в чем дело. Давайте забудем на минуту об астрологии и поговорим совсем на другую тему — о философии.

Ваш младший братишка ходит в ясли. Он еще совсем несмышленыш. Кажется, уму непостижимо, как трудно будет одолеть ему все накопленные человечеством знания. Однако по опыту известно, что малыш будет расти и развиваться, развиваться физически, духовно и умственно.

Весь мир, вся живая и неживая природа находятся в развитии. Даже деревянный стул «рождается», переживает пору расцвета, дряхлеет и отправляется на свалку. Мы должны всегда

изучать процессы, должны следить за событиями в их развитии. Признание постоянного движения материи, признание развития как всеобщей наиболее характерной черты всех явлений материального мира составляет основу марксистско-ленинской философии.

Никакое развитие не может происходить гладко. Его никак нельзя уподобить поезду, безостановочно мчащемуся по накатанной дороге. Совсем наоборот. Всякое развитие происходит в борьбе, скачками, оно неизбежно сопряжено с многочисленными трудностями.

Учение об общих законах развития природы, человеческого общества и мышления носит название *диалектики*. Материалистическая диалектика рассматривает три основных закона развития.

Вы занимаетесь в школе. Обучение — это процесс. Диалектика подчеркивает, что всем процессам и явлениям свойственна внутренняя противоречивость, они объединяют в себе противоборствующие тенденции, философские *противоположности*. В процессе обучения в школе такими философскими противоположностями выступают учителя и ученики. Конечно же, и те и другие преследуют общие цели. Но в то время как учителя должны уметь отдавать накопленные знания, ученики должны уметь их приобретать. Учителя и ученики смотрят на мир разными глазами, тенденции в их поведении различны. Учителя стремятся лучше выявить достигнутый уровень знаний и предпочитают трудные контрольные работы. Ученики же их в большинстве случаев недолюбливают. Не секрет, что ученики часто мечтают, чтобы уроков задали поменьше, а учителя по своим соображениям иногда рады были бы задать побольше. Но при всем этом, будучи философскими противоположностями, учителя и ученики находятся в неразрывном единстве. Из школы не могут исчезнуть ни ученики, ни учителя; ведь тогда не будет ни школы, ни процесса обучения.

Наш пример иллюстрирует закон диалектики, в силу которого всем явлениям и процессам присущи внутренние противоречия, находящиеся в тесной взаимосвязи. Этот закон носит название *закона единства и борьбы противоположностей*.

Диалектика учит, что причины безостановочного развития всегда заключены в самих процессах: это столкновения между противоположностями, их неустанное действие и противодействие, наиболее точно выражаемое термином «борьба». Борьба противоположностей друг с другом и является главной движущей силой, пружиной любого развития, источником постоянного движения вперед.

Движение вперед подчиняется второму закону диалектики — *закону перехода количества в качество*. Студент окончил первый курс института, второй, третий. Он сдает экзаме-

ны, набирается знаний. И вот, наконец, он оканчивает институт. И тут выясняется, что общее количество приобретенных им знаний перешло в совершенно новое качество. Молодой человек перестает быть студентом, учащимся. Перед вами специалист, инженер, педагог, который сам уже способен учить других людей. Между старым и новым проведена резкая грань. Произошел скачок: постепенно накапливающееся количество перешло в новое качество.

Закон перехода количества в качество утверждает, что рано или поздно мелкие, вначале незаметные количественные изменения приводят к нарушению непрерывности процесса и вызывают в нем коренные качественные сдвиги. Согласно этому закону сущность развития состоит не в простом количественном росте старого, а в исчезновении старых свойств и возникновении новых свойств.

Третий закон диалектики — закон отрицания отрицания — наиболее труден. Он говорит о преемственности между разными фазами развития, о том, что при поступательном, восходящем характере развития на новых ступенях на высшей основе удерживаются и сохраняются некоторые черты исходных ступеней.

Продолжим наш пример. Школьник и студент относятся к процессу обучения как учащиеся. Но вот студент окончил педагогический институт. И он сам превратился в учителя, пошел преподавать в школу. Теперь тот же человек смотрит на процесс обучения совсем по-иному. Он борется с недисциплинированными учениками, хотя, может быть, и сам раньше не прочь был позволить себе неуместные шалости.

Проходят годы. Молодой учитель осваивается, приобретает опыт, и директор посылает его на курсы повышения квалификации. Тут и происходит философское «отрицание отрицания». Учитель снова становится учеником, на первый взгляд он приходит к тому же, с чего начал. Но как разительно не похож он на самого себя в школьные годы! Как боится он пропустить каждое слово своих наставников! Он радуется трудным заданиям, он тратит на самостоятельные занятия все свободное время.

Учитель стал учеником, но учеником на гораздо более высоком уровне. Он сделал круг в своем развитии, но это не просто круг, он поднялся на целый «этаж» по «винтовой лестнице» развития.

Закон отрицания отрицания справедлив применительно к любому процессу, в том числе к процессу развития науки.

Проследим за химией. В эпоху позднего средневековья подлинная наука боролась с алхимией. Алхимики стремились получить «философский камень» для магического превращения одних элементов в другие — простых металлов в золото. Их деятельность не была совершенно бесплодной. Они выясняли химические свойства различных веществ, изобретали средства для

выполнения экспериментов — тигли, колбы, печи. Но золото получить они не могли.

Теории алхимиков были ошибочны и тормозили дальнейший прогресс. Главное заключалось в ту эпоху в накоплении фактического материала. Не надо было выдумывать умозрительные теории, их надо было выводить из результатов опытов,— вот этим и занималась подлинная наука.

Алхимия погибла. Но прошли сотни лет. В результате развития науки человек понял строение атома. И путем бомбардировки атомов в ускорителях элементарных частиц химики могут теперь превращать одни элементы в другие, простые металлы в золото. Химики сегодня осуществили мечту алхимиков. Но это вовсе не означает возрождения алхимии. Просто-напросто наука химия сделала круг и поднялась на следующий «этаж» по «винтовой лестнице» развития.

Точно так же обстоит дело и с астрологией. Предсказание будущего — это основная задача любой науки. Математик предсказывает траекторию предстоящего полета ракеты, инженер предсказывает поведение в будущем построенного им железнодорожного моста. Ошибка астрологов средневековья состояла в том, что они пытались предсказывать будущее, не имея на то научных оснований.

Потребовались сотни лет, чтобы открыть многие законы астрономии. И, как мы говорили, теперь наука вплотную подошла к вопросу о влиянии Солнца на Землю.

Земля совершает оборот вокруг Солнца за год. В течение этого срока Солнце для земного наблюдателя обходит круг по небосводу. Как говорили астрологи, Солнце проходит знаки Рыб, Овна, Тельца и т. д.— все знаки зодиака. Не исключено, что с прохождением Солнцем тех или иных знаков зодиака, а по-нашему лучше сказать — с положением Земли относительно Солнца, действительно каким-то образом связаны те или иные проявления особенностей солнечного воздействия.

Так, в результате развития науки, астрономы могут в ближайшем будущем отчасти уподобиться своим предшественникам астрологам. Но сходство с астрологией окажется чисто внешним. Это будет одним из многочисленных проявлений философского закона отрицания отрицания.

В 1957—1958 гг. наблюдался очередной максимум солнечной активности. Он оказался наибольшим за истекшие 200 лет. Именно в этот период для лучшего изучения солнечно-земных связей и выявления процессов, вызываемых на Земле повышением солнечной активности, по призыву Международного совета научных союзов при ЮНЕСКО ученые разных стран объединили свои усилия в проведении Международного Геофизического Года. На протяжении 20 месяцев лучшие научные кадры во всем мире были сосредоточены на одновременном совместном изучении разнооб-

разных процессов — на суше и в атмосфере, в Арктике и в Антарктике, на Солнце и в недрах Земли,— тех процессов, которые расширяют наши представления об общих закономерностях «жизни» Солнечной системы.

РОДНАЯ ПЛАНЕТА

Изучением Земли занимаются очень многие науки, те, в названиях которых присутствует неизменное «гео»,— география, геодезия, геология, геофизика, геохимия. Чтобы рассказать о научных результатах, которых добились ученые в этих областях знаний, потребовалось бы написать отдельную толстую книгу. Но в нашей книге об астрономии мы коснемся только тех немногих особенностей самой близкой и, естественно, самой важной для нас планеты, которые связаны с астрономическими наблюдениями.

После кропотливой и упорной работы десятков поколений ученых было неопровержимо доказано, что Земля вовсе не «центр мироздания», а самая обыкновенная планета, т. е. холодный шар, движущийся вокруг Солнца.

Выступая за справедливость коперниковой системы мира, М. В. Ломоносов посвятил этому вопросу несколько остроумных стихотворных строк:

...Случились вместе два Астронома в пиру
И спорили весьма между собой в жару.
Один твердил: Земля вертясь вкруг Солнца ходит,
Другой, что Солнце все с собой планеты водит...

Научный спор разрешил повар, заметивший:

...Кто видел простака из поваров такова,
Который бы вертел очаг кругом жаркова?..

Ось вращения Земли расположена под углом в $66^1/_2°$ к плоскости ее движения вокруг Солнца. Для большинства практических задач можно принимать, что ось вращения Земли перемещается в пространстве всегда параллельно самой себе. На самом же деле, ось вращения Земли — или, что то же, ось мира, поскольку они параллельны,— описывает на небесной сфере небольшой круг, совершая один полный оборот за 26 тысяч лет.

В ближайшие сотни лет северный полюс мира будет находиться недалеко от Полярной звезды, затем начнет удаляться от нее, и название последней звезды в ручке ковша Малой Медведицы — *Полярная* — утратит свой смысл. Через 12 тыс. лет полюс мира приблизится к самой яркой звезде северного неба — Веге из созвездия Лиры.

Описанное явление носит название прецессии оси вращения Земли. Обнаружил явление прецессии уже Гиппарх, который сравнил положения звезд в своем каталоге с составленным задолго до него звездным каталогом Аристилла и Тимохариса.

сравнение каталогов и указало Гиппарху на медленное перемещение оси мира.

Кроме прецессии, существуют еще малые колебания оси вращения Земли в пространстве относительно ее среднего положения. Они носят название нутации. Наблюдаемые астрономами малые нутационные колебания позволяют геофизикам судить о внутреннем строении Земли. Той же цели служат и астрономические наблюдения движения полюсов Земли, изучению которых уделял так много внимания П. К. Штернберг.

Подобно тому как для измерения межзвездных расстояний астрономам пришлось выбрать особую единицу длины — световой год, понадобилась своя единица и для измерения расстояний в пределах Солнечной системы. В качестве такой астрономической единицы удобно было выбрать расстояние от Земли до Солнца. Оно составляет округленно 150 млн. *км.*

Как и большинство планет, Земля окутана толстым слоем различных газов — атмосферой. Атмосфера образует над поверхностью Земли как бы огромный «воздушный океан». А мы, люди, живем на дне этого океана, и то, как воспринимаются нами различные явления, во многом зависит от его свойств.

Небо в космосе, видно на нем Солнце или нет, всегда бархатно-черное с яркими, немерцающими звездами. А атмосфера рассеивает солнечные лучи и утром с появлением Солнца небо на Земле становится голубым. Ночью же из-за воздушных течений кажется, что звезды, особенно близкие к горизонту, переливаются всеми цветами радуги и мерцают.

Толща атмосферы Земли, которая поглощает львиную долю идущих из мирового пространства электромагнитных излучений, смещает наблюдаемые на небе объекты, заставляет их дрожать и мерцать — это главный враг всех астрономов. Но, с другой стороны, атмосфера — лучший друг всего человечества. Атмосфера защищает все живое от губительного коротковолнового излучения. Без атмосферы разумная жизнь на Земле вообще вряд ли смогла бы развиться до ее нынешнего уровня.

Толща атмосферы защищает нас от кружащихся вокруг Солнца облаков пылинок, небольших камней и даже значительных по размерам глыб. Всевозможных частиц межпланетного вещества настолько много, что Земля на своем пути непрерывно сталкивается с ними. Здесь-то и приходит людям на выручку надежная воздушная броня.

Потрите ладони одну о другую, и вы почувствуете, как от трения они нагреваются. Сталкивающиеся с Землей частицы с огромной скоростью врываются в атмосферу, от трения молниеносно накаляются, вспыхивают и сгорают. А людям кажется, что с неба в эту минуту падает не удержавшаяся звезда.

«Падающая звезда» — след от сгоревших в атмосфере камешка или крохотной пылинки — называется в астрономии метеором.

Один человек в силах следить только за небольшим участком неба над головой. Астрономы же подсчитали, что во всей атмосфере за сутки сгорает в среднем около 75 млн. частиц. Сверкни они разом перед нашими глазами — их свет оказался бы в 250 раз ярче света полной Луны.

Бывают случаи, когда Земля сталкивается не с разрозненными частичками, а с целым потоком, роем. И тогда тысячи «падающих звезд» представляют собой одно из красивейших в природе зрелищ — «звездный дождь». «Звездные дожди» обычно случаются тогда, когда Земля проходит через пояс рассеявшегося вещества комет.

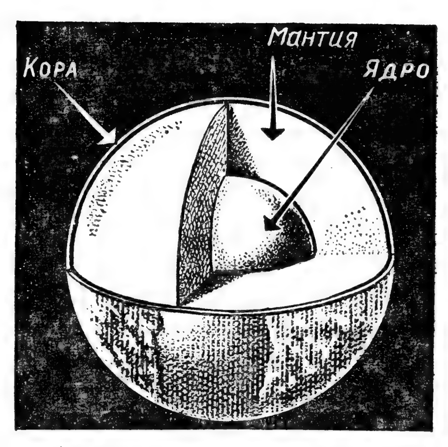
Время от времени какому-нибудь сильно оплавленному камню удается все-таки пробить воздушную броню и достичь поверхности Земли. Такого внеземного «гостя» называют *метеоритом*.

Вес метеоритов колеблется от нескольких граммов до десятков тысяч килограммов. Отыскивая на Земле эти «небесные камни», мы получаем редчайшую возможность изучить в лаборатории состав и свойства межпланетного вещества. Поэтому они являются величайшей ценностью и имеют очень большое значение для науки.

Между прочим, не приходило ли вам случайно на ум, отчего слово «*метеорология*» имеет общий корень со словами «метеор» и «метеорит»? Оказывается, наши далекие предки вообще все необычные небесные явления: гром и молнию, сполохи и град, «падающие звезды» и «хвостатые звезды» — именовали метеорами. С течением веков, разбираясь в происхождении отдельных явлений, метеоры разделили на внутренние — атмосферные и внешние — космические. За каждым явлением укреплялось собственное название, а метеором стали называть лишь «падающую звезду». И об этих заблуждениях в наши дни напоминает лишь общность названия космических пришельцев и вполне земной науки, изучающей особенности процессов в толще атмосферы.

Геохимия так объясняет возникновение воздушного океана нашей планеты. После «слипания» Земли из холодных частичек за счет распада радиоактивных элементов в недрах Земли возникали горячие зоны — очаги проплавления. В таких очагах происходило разделение веществ: тугоплавкая фракция оставалась на месте, а легкоплавкая фракция — как пена на варенье — медленно поднималась вверх. Такой процесс неизбежно должен был сопровождаться постепенным перемещением очага проплавления по направлению от центра Земли к поверхности, причем все время происходило расслоение тугоплавкой и легкоплавкой фракций вещества Земли. Одновременно с этим на поверхность Земли из горных пород вытеснялись газы и вода. В итоге возникли две окружающие земной шар оболочки — водная и газовая: мировой океан и атмосфера.

В результате нескольких этапов развития недра Земли оказались разделенными на ряд слоев. В центре Земли оказалось богатое железом **ядро**. Оно окружено так называемой **мантией**. А тонкая, самая верхняя часть мантии носит название **коры** Земли. Это и есть вытесненная наружу легкоплавкая фракция вещества Земли.



Схематическое изображение внутреннего строения Земли.

К сожалению, мы еще недостаточно знаем строение недр собственной планеты. Луч света приносит нам сведения о небесных телах, удаленных на расстояния в несколько миллиардов световых лет. Образцы же горных пород Земли получены пока лишь с глубин в 6—7 *км* — это рекорды для наземных скважин.

Мы судим о глубинном состоянии Земли по косвенным признакам, например по характеру распространения сейсмических волн при землетрясениях. Переходя из слоя одной плотности в слой другой плотности, сейсмические волны изменяют направление и скорость распространения. Регистрируемые чувствительными сейсмометрами землетрясения, подобно фонарю, на короткие мгновения как бы освещают для нас внутренние части Земли.

Изучение окружающей человека космической среды и в первую очередь Земли, на которой живет человечество,— это главная задача всей мировой науки в целом. Но природе до поры до времени удается преграждать ученым прямой доступ к тем или иным своим тайнам. И тогда приходится искать обходные пути. Один из них — путь, по которому идут астрономы.

Только анализируя в совокупности все известные свойства различных планет и их спутников, можно подойти к решению главных проблем **планетной космогонии**. А тогда можно надеяться получить очень многие научные выводы, которые касаются общих черт строения нашей планеты, распределения в ее недрах полезных ископаемых и других важных как для науки, так и для народного хозяйства проблем.

Астрономы обращают свой взор к другим телам Солнечной системы, чтобы помочь лучше узнать нашу Землю.

В сербской народной сказке щеголь Месяц задумал сшить себе платье. Портной снял с него мерку и принялся за работу. Пришел Месяц за платьем, а платье-то и узко, и коротко.

— Видно, ошибся я,— говорит портной. Снова снял он мерку и снова сел за работу. В назначенный срок явился Месяц за платьем, а платье опять мало.

В третий раз стал портной кроить да шить. Кончил, ждет заказчика. Вдруг видит, идет по небу совсем круглый Месяц — не Месяц даже, а целая Луна — да опять вдвое шире, чем платье, которое ему только что сшито.

Луна, подобно всем планетам Солнечной системы, видна на небе только потому, что ее освещает Солнце. Мы наблюдаем отраженный Луной солнечный свет. За счет изменения взаимного положения Солнца, Земли и Луны на протяжении одного оборота Луны вокруг Земли происходит медленное изменение ее облика, или, как говорят, смена фаз.

В Москве по праздникам подсвечивают прожекторами высотные дома. И тогда они очень красиво «светятся» на фоне темного неба. А в остальные дни ночью контуров их почти не видно. И наверху приходится зажигать красные огни, чтобы на дома не наткнулись самолеты.

Луна «светит» точно так же, как освещенный высотный дом,— отраженным светом. Когда Луна находится между Солнцем и Землей, то сторона ее, повернутая к Земле, совсем не освещена. Поэтому увидеть ее на небе нельзя. Такой момент называется новолунием.

Постепенно Луна отходит в сторону от этого положения. Мы начинаем смотреть на нее как бы сбоку. И она кажется нам узким серпиком. День за днем серпик растет, становится горбушкой и, наконец, на небе сияет полная Луна. К этому времени она успела сделать ровно пол-оборота, и теперь уже Земля располагается между Солнцем и Луной. Повернутая к Земле сторона Луны сейчас полностью освещена. Потом полная Луна начинает идти на убыль и снова наступает новолуние.

На один оборот вокруг Земли Луна тратит $29^1/_2$ суток — отсюда, как мы знаем, и появилась в календаре такая единица, как месяц.

Поперечник единственного естественного спутника нашей планеты — Луны в 4 раза меньше земного. Сила тяжести на ее поверхности тоже меньше. Толстяк, попавший на Луну, с удовольствием обнаружил бы, что его вес сократился в 6 раз.

На поверхности Луны нигде нет открытых водных просторов: нет ни рек, ни ручьев, ни даже луж. Вода на Луне может

существовать только в связанном состоянии, входя в состав горных пород.

Практически полностью лишена Луна и воздушной оболочки. Астрономы рады этому и мечтают устроить на ней обсерваторию. Однако работа на лунной обсерватории будет непростой. Поверхность Луны подвержена постоянной бомбардировке метеоритами.

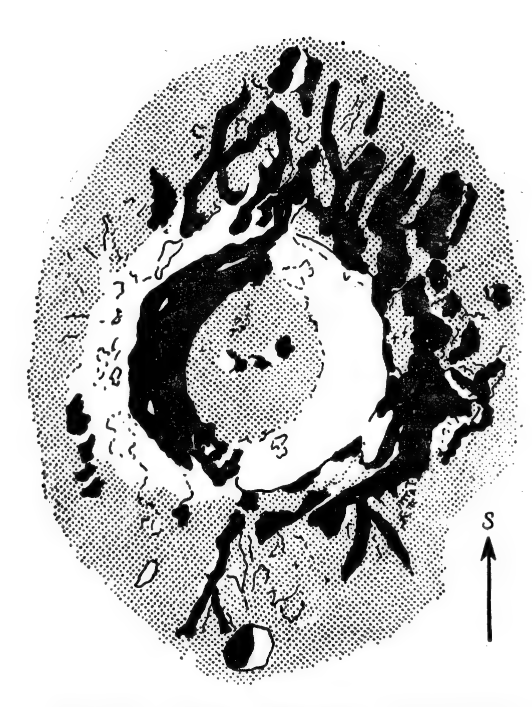
Луна всегда повернута к Земле одной и той же стороной. Представьте нарядную новогоднюю елку, вокруг которой кружится хоровод. Каждый человек в хороводе обходит елку кругом, все время оставаясь повернутым к ней лицом. Если смотреть сверху, то видно, что, заканчивая обход вокруг елки, каждый ровно один раз поворачивается вокруг своей оси. Так же и Луна. Время одного оборота вокруг Земли в точности равно для нее времени одного оборота вокруг оси. И мы, жители Земли, вынуждены постоянно любоваться одной и той же стороной ее поверхности.

Некогда, в ранние периоды своей истории, Луна, вероятно, вращалась быстрее. Но из-за близости массивной Земли в теле Луны возникали значительные приливные волны. Всем известны морские приливы, возникающие на Земле под действием тяготения Луны. Менее известно, что приливы наблюдаются и в твердой коре Земли. Они незначительны по высоте — огромные площади земной поверхности плавно поднимаются и опускаются на 10—20 *см*.

Возникали приливы и в твердом теле Луны. Поскольку масса Земли в 81 раз больше лунной, то и лунные приливы значительно больше земных. Приливные волны действовали на быстро вращающуюся Луну как огромные тормозные колодки, замедляя ее вращение. Так продолжалось до тех пор, пока Луна не стала постоянно повернутой к Земле только одной стороной.

Луна — ближайшее к Земле небесное тело. Она удалена от Земли в среднем всего на 380 тыс. *км*. Видимые на небе угловые размеры Луны поэтому такие же, как и у гигантского Солнца, которое несравненно больше Луны, но во столько же раз дальше. Это обстоятельство позволяет нам время от времени наблюдать солнечные затмения. Они случаются тогда, когда Луна в новолунии оказывается точно на одной прямой — не выше и не ниже — между Солнцем и Землей. Луна во время полного затмения целиком загораживает Солнце. Среди дня наступает «ночь», и на небе зажигаются звезды.

Когда же Луна в полнолунии оказывается точно на продолжении прямой, соединяющей Солнце и Землю, ее закрывает тень Земли. В этом случае мы наблюдаем лунное затмение. Край тени Земли на Луне всегда круглый. Именно это послужило одним из важных доказательств шарообразности Земли. Только шар может из любых положений отбрасывать тень с круглым краем.



Лунный кратер Коперник поперечником свыше 90 *км* по зарисовке с Земли.

Отдельные зарисовки поверхности Луны выполняли еще до изобретения телескопа. Темные пятна на поверхности Луны бывают хорошо видны невооруженным глазом, и они всегда порождали много догадок и споров. Однако систематическое изучение лунной поверхности началось только с появлением телескопов, три с половиной века назад.

Первую подробную зарисовку Луны с полсотней деталей на ней составил в 1609—1610 гг. из многочисленных наблюдений с помощью «перспективного цилиндра» оксфордский математик Томас Харриот. В начале 1610 г. независимо от Харриота составлением карты Луны занялся великий Галилей. Однако ни тот ни другой не ввели в обиход астрономов названий объектов, которые они видели на лунном диске.

Сохранившиеся доныне названия деталей лунного рельефа обязаны своим происхождением энергичному польскому астроному-наблюдателю Яну Гевелию и итальянцу Риччиоли. Гевелий присвоил лунным хребтам земные названия — Альпы, Апеннины, Кавказ. Система обозначения столь характерных для Луны кольцевых гор — кратеров — именами астрономов и математиков введена профессором иезуитского колледжа в Болонье Риччиоли.

Древние ученые во главе с Платоном оказались на карте Риччиоли размещенными в северной части лунного диска. Средневековых ученых и своих современников Риччиоли поместил в южное полушарие. Оценка исторического значения отдельных ученых, имена которых Риччиоли присваивал лунным образованиям, была в высшей степени предвзятой, ибо Риччиоли, верный сын католической церкви, подчеркивал, что является противником коперниканских взглядов. Отдавая должное самому Копернику, он назвал его именем один из красивейших лунных кратеров,

однако для последователей Коперника, включая Галилео Галилея, нашлись только небольшие кратеры на самом краю Луны.

Тогда же, в XVII столетии, с легкой руки Риччиоли, наиболее темным по тону областям лунного диска было присвоено название «морей». От них отличали «материки» — светлые области лунной поверхности. На картах появились Море Дождей, Море Спокойствия, Море Облаков, заливы и болота. Самому большому из «морей» Риччиоли дал имя Океана Бурь.

Люди науки уважают традиции предшественников. До наших дней сохранились в астрономии мифологические названия созвездий. Сохранили современные исследователи Луны и устаревшие термины «моря», «мысы», «заливы», «материки».

Лунные «моря» совершенно сухи и представляют собой обширные залитые некогда лавой низины. Свидетельством тому служат поднимающиеся местами среди морей гребни кольцевых валов — следы кратеров, погребенных под лавовыми потоками.

Сохранность древних форм рельефа на Луне связана с ее замечательной особенностью. На Земле, как говорят, капля точит камень. На Луне же, где нет ни воды, ни ветра, ни живых организмов, разрушение и переработка поверхностного слоя сведены к минимуму. Они происходят, главным образом, только в результате бомбардировки поверхности микрометеоритами и облучения ее «солнечным ветром» — идущими от Солнца потоками элементарных частиц высоких энергий.

...Ни сумрака, ни воздуха, ни вод.
Лишь острый блеск гранитов, сланцев, шпатов.
Ни шлейфы зорь, ни веера закатов
Не озаряют черный небосвод,—

так писал о Луне в начале века поэт Максимилиан Волошин. Словно предвидя, какую огромную роль для науки предстоит сыграть исследованиям Луны, Волошин создал на редкость яркий, запоминающийся образ безжизненного, хранящего на себе следы отдаленнейших этапов истории нашей планетной системы лунного мира:

...И страшный шрам на кряже Лунных Альп
Оставила небесная секира.
Ты, как Земля, с которой сорван скальп —
Лик Ужаса в бесстрастности эфира!..

И действительно, лунная поверхность, с которой «сорван скальп», которая отличается от земной отсутствием толстого чехла переработанных в сравнительно недавние геологические эпохи пород,— может стать ключом к изучению эволюции не только Луны и Земли, но и всей Солнечной системы в целом.

Однако как бы хороши ни были телескопы и астрофизические приборы, изучение Луны на расстоянии не давало ответов на очень многие вопросы. Десятки лет, от одного поколения ученых

к другому, страницы научных журналов служили ареной острой полемики сторонников различных направлений. Суть всех споров сводилась в конечном счете к тому, какие силы — внешние или внутренние — имеют решающее значение для развития небесного тела. Обязаны ли кольцевые лунные кратеры и моря своим происхождением ударам гигантских метеоритов, или это следы некогда очень активной вулканической деятельности?

Тот же вопрос поднимался и применительно к структуре лунной поверхности. Одни утверждали, что поверхность Луны свежая, ничем не измененная, сложенная теми же вулканическими горными породами, которые залегают в недрах Луны. Лунный ландшафт, по мнению сторонников подобных взглядов, представлял собой хаотическое нагромождение утесов и скал, чередующихся с трещинами и провалами.

Другие напоминали об огромной роли метеоритов и микрометеоритов. Со скоростями в десятки километров в секунду врезаются они в Луну, непрерывно перерабатывая, разрыхляя ее поверхность. На поверхности Луны лежит толстый слой пыли — такой вывод делали эти ученые. И приводили в доказательство многие известные факты.

Затянувшийся научный спор издавна стал достоянием писателей-фантастов. Герберт Уэллс не сомневался, что поверхность нашего спутника скалистая. Лунный пейзаж представляется героям его романа «Первые люди на Луне» диким и мрачным. Пришельцев окружают «обрывистые стены», «хаотические нагромождения пиков и гребней, перерезанных ущельями», «бесчисленные круглые вершины» и «призрачные холмы».

Воображение нашего современника Артура Кларка, автора романа «Лунная пыль», нарисовало картину пылевого покрова. «...Море Жажды заполнено не водой, а пылью. Вот почему оно кажется людям таким необычным, так привлекает и завораживает. Мелкая, как тальк, суше, чем прокаленные пески Сахары, лунная пыль ведет себя в здешнем вакууме словно самая текучая жидкость. Урони тяжелый предмет, он тотчас исчезнет — ни следа, ни всплеска...»

Гипотезу мелкой, «как тальк», и текучей, «словно самая текучая жидкость», лунной пыли разделяли отнюдь не все исследователи Луны. В частности, ленинградские астрономы Н. Н. Сытинская и В. В. Шаронов в противовес ей выдвинули другую идею. Они считали, что продуктом переработки лунного грунта микрометеоритами будет спекшаяся, ноздреватая, достаточно прочная масса. При выборе земных аналогов лунному грунту они указывали на вулканические шлаки, называя материал покрова Луны «метеоритным шлаком». В связи с этим вся система взглядов ленинградских ученых, развитая рядом других советских исследователей, получила название «метеоритно-шлаковой гипотезы».

Луна на протяжении столетий оставалась «кладовой» научных загадок.

Тяготение Солнца удерживает около него большую семью. Самое важное место в ней занимают большие планеты, которых известно 9. В порядке удаления от Солнца это Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон. Все планеты движутся вокруг Солнца, если смотреть со стороны северного полюса мира, против часовой стрелки.

Самая близкая к Солнцу планета делает полный оборот вокруг него за 88 дней. Древние наблюдатели считали, что она бегает, «суетится» вокруг Солнца. И поэтому ее назвали Меркурием, по имени виночерпия и посланца богов, который покровительствовал обманщикам, воришкам, а заодно и торговцам. Торговля в те времена была недалека от обмана.

Долгое время считали, что планете приходится «расплачиваться» за свою близость к Солнцу. Предполагалось, что огромная сила притяжения Солнца заставляет Меркурий быть все время повернутым к нему одной стороной. Температура на ней должна в этом случае доходить до + 400° С. Это самая высокая температура, встречающаяся на планетах. Зато на противоположной стороне Меркурия солнечного света никогда бы не бывало. Там царил бы вечный мрак и холод.

Лишь в самые последние годы выяснили, что эта точка зрения ошибочна. Меркурий поворачивается к Солнцу разными сторонами, но это происходит очень медленно.

С глубокой древности привлекали к себе внимание ослепительно яркая «утренняя» и столь же яркая «вечерняя» «звезды», за которыми в греческом мире укрепились названия *Фосфор* и *Геспер*. Цицерон по-латыни называет их *Веспер* и *Люцифер*.

Вавилонские жрецы в результате кропотливых измерений установили, что так выглядит одно и то же небесное светило, движущееся около Солнца и периодически скрывающееся в его лучах. Это было одно из великих открытий древнего мира.

Под названиями утренней и вечерней звезды вавилоняне наблюдали вторую по счету планету Солнечной системы. Она настолько яркая, что когда на небе нет Солнца и Луны, эта планета заставляет все предметы отбрасывать тени. За свой исключительный блеск вторая планета была названа впоследствии в честь богини любви и красоты Венерой.

Планета Венера очень похожа на Землю и по размерам, и по массе. Поэтому ее часто называют двойником Земли. История изучения Венеры богата большими творческими достижениями и событиями поистине драматическими.

В отличие от Марса, внешнего соседа Земли, Венера — внутренняя планета: ее орбита лежит внутри орбиты Земли. Когда расстояние между Землей и Венерой сокращается до минимума, три небесных тела — Солнце, Венера и Земля — оказываются примерно на одной прямой. Иногда в такие моменты они оказы-

ваются строго на одной прямой. В это время, если смотреть через очень темное стекло, видно, как по диску Солнца проходит черный кружок. Такое явление называется прохождением Венеры по диску Солнца. Принципиально оно сродни солнечному затмению. Только Луна в момент затмения загораживает Солнце целиком, а Венера видна на нем лишь небольшим пятнышком.

По диску Солнца проходит время от времени и другая внутренняя по отношению к Земле планета — Меркурий. Прохождения Меркурия случаются довольно часто, не реже одного раза за 10—15 лет.

Прохождения же Венеры чрезвычайно малочисленны. Они группируются парами с интервалом в 8 лет одно от другого. А между парами проходит либо $121^1/_2$, либо $105^1/_2$ лет. Вот перечень трех последних пар: 1631 и 1639 гг., 1761 и 1769 гг., 1874 и 1882 гг. Ближайшее следующее прохождение ожидается 8 июня 2004 г., которое, кстати, полностью будет видно в Москве. Парное ему прохождение Венеры произойдет 5—6 июня 2012 г. и будет наблюдаться в Москве лишь в заключительной стадии.

Важность точных измерений моментов прохождения Венеры состояла прежде в том, что они давали надежду уточнить абсолютную величину астрономической единицы — основной единицы длины для обмера Солнечной системы. Такой метод предложил использовать Эдмунд Галлей. В наши дни этот метод полностью утратил свое значение, но в XVIII в. он казался очень перспективным.

Согласно сохранившимся источникам, впервые прохождение Венеры наблюдалось европейскими астрономами в 1639 г. К прохождению 1761 г. относится выдающееся открытие, сделанное М. В. Ломоносовым, которое было совершенно точно истолковано его автором как открытие атмосферы Венеры. Отчет М. В. Ломоносова об этом открытии отличается ясностью и образностью. «...Ожидая вступления Венерина на Солнце... увидел наконец, что солнечный край чаемого вступления стал неявственен и несколько будто стушеван, а прежде был весьма чист и везде равен... При выступлении Венеры из Солнца, когда передний ее край стал приближаться к солнечному краю... появился на краю Солнца пупырь, который тем явственнее учинился, чем ближе Венера к выступлению приходила... Сие не что иное показывает, как преломление лучей солнечных в Венериной атмосфере...»

С тем же прохождением 1761 г. связано событие, очень ярко характеризующее обычные трудности наблюдательной астрономии.

Для наблюдения редкого явления в предшествующем году был командирован в Индию член Парижской академии Гийом Лежантиль. Однако разразившаяся между Англией и Францией война не дала ему возможности достигнуть места назначения. Он сумел сделать лишь несколько грубых зарисовок с качающейся палубы фрегата. О точных измерениях не могло быть и речи.

Чтобы не опоздать снова, Лежантиль не уехал и ждал нового прохождения в течение 8 лет. Климат в месте его походной обсерватории был хоть куда — облачные дни в году насчитывались единицами. Накануне долгожданного прохождения погода стояла также ясная, однако следующий день — 3 июня 1769 г.— оказался облачным... Очередное прохождение должно было состояться через 105 лет.



М. В. Ломоносов за астрономическими наблюдениями.

На обратном пути Лежантиль терпел кораблекрушения, попадал к пиратам и, наконец, чудом вернулся домой после 11-летнего отсутствия лишь для того, чтобы узнать: его считали погибшим, место в академии было занято и наследники поделили имущество...

Наблюдение прохождения Венеры 1769 г. английское адмиралтейство вменило в обязанность молодому капитану Джемсу Куку. Ему был выделен видавший виды корабль для перевозки угля «Усердие». После переоборудования «Усердия» в военное судно с экипажем из 94 человек Джемс Кук отправился в свое первое кругосветное плавание. Прохождение Венеры капитан Кук наблюдал на острове Таити.

Хотя плавание Кука проходило в мирное время, через три года в родной порт вернулись лишь 54 человека. Даже за крупицы новых знаний человечество во все времена платило самой дорогой ценой.

В конечном же счете оказалось, что для уточнения величины астрономической единицы по методу Галлея наблюдения прохождений Венеры 1761 и 1769 гг. большого значения не имели, так как мощная атмосфера этой планеты не давала возможности достаточно точно зарегистрировать момент контакта диска Венеры с диском Солнца.

В атмосфере Венеры плавает непроницаемая пелена белых облаков, отражая большую часть солнечного света. Именно облачный покров определяет удивительную яркость Венеры на нашем небосклоне. И хотя Венера временами подходит к Земле

ближе всех других планет, из-за того же облачного покрова ни в один телескоп не удавалось разглядеть, что представляет собой ее поверхность.

Диапазон предположений относительно природы поверхности Венеры был чрезвычайно велик. Одна из прежних гипотез рисовала гигантский безбрежный океан, покрывающий всю без исключения поверхность планеты. Согласно другим гипотезам, лик планеты должен был представлять собой выжженную, абсолютно безводную пустыню, а знаменитые облака — минеральную пыль в бурно циркулирующей атмосфере. Сторонники еще одной точки зрения исходили из того, что условия на Венере близки к тем, которые были на Земле в каменноугольный период,— там жаркий климат с обилием влаги.

Но в прежние времена ни одна из гипотез о природе поверхности этой планеты так и не получила права называться теорией. Астрономам в этом отношении попросту не хватало наблюдательных фактов.

Интересно, что в наши дни Венера все-таки стала тем объектом, по наблюдениям которого действительно была уточнена величина астрономической единицы в километрах — на этот раз с фантастической для астрономии точностью всего лишь в десятки километров. Это было сделано уже, конечно, не старым методом Галлея, а путем радиолокации Венеры.

С помощью же радиолокации по эффекту Допплера — Физо был выяснен период обращения Венеры вокруг оси. Он оказался очень большим, равным около 243 земных суток. Вращается Венера в сторону, противоположную вращению всех остальных планет.

За серию работ по радиолокационному исследованию Венеры, Меркурия и Марса группа ученых, работавших под руководством директора Института радиотехники и электроники АН СССР академика В. А. Котельникова, в 1964 г. была удостоена Ленинской премии.

МАРС — ПОКРОВИТЕЛЬ ФАНТАСТОВ

Марс, четвертая от Солнца планета, названа так в честь бога войны. С Земли он виден как светило с отчетливо красноватым, «кровавым» отливом. Два спутника Марса получили имена из «Илиады» Гомера: это сподвижники бога войны *Фобос* и *Деймос* — *Страх* и *Ужас*.

У этой планеты, как и у Венеры и Земли, есть атмосфера. Но она гораздо тоньше и сквозь нее на поверхности Марса в хорошие телескопы видно много деталей.

Бывают случаи, когда Марс и Земля оказываются на орбитах друг против друга, так что расстояние между ними в этот момент наименьшее. Такое положение называется противостоянием.

Если бы Земля и Марс двигались вокруг Солнца по окружностям, то в противостоянии между ними всегда было бы одно и то же число километров. Но орбиты всех планет — более или менее вытянутые эллипсы. Поэтому один раз то в 15, то в 17 лет в момент противостояния Марс подходит к Земле ближе, чем во все другие противостояния. Тогда говорят, что произошло *великое противостояние* Марса.

Вопрос о природе поверхности Марса и даже о возможности существования на нем разумной жизни относится к числу вопросов, в науке довольно новых. Во всяком случае, греческие и римские философы, которые предвосхищали идеи об атомном строении материи, бесконечности пространства и времени, множественности «зародышей жизни» во Вселенной и многие-многие другие, никак не выделяли Марс из числа других планет. Для них он оставался «пламенно-кровавым» предвестником войны, астрологическим олицетворением разрушений и насилий.

К началу XVII в. положение оставалось таким же. Тихо Браге, этот «последний из могикан» — последний из выдающихся астрономов-наблюдателей, не располагавших телескопом,— затративший десятки лет жизни на измерения расположения Марса на небесной сфере, абсолютно не интересовался природой его поверхности. Никогда ни словом не обмолвился на

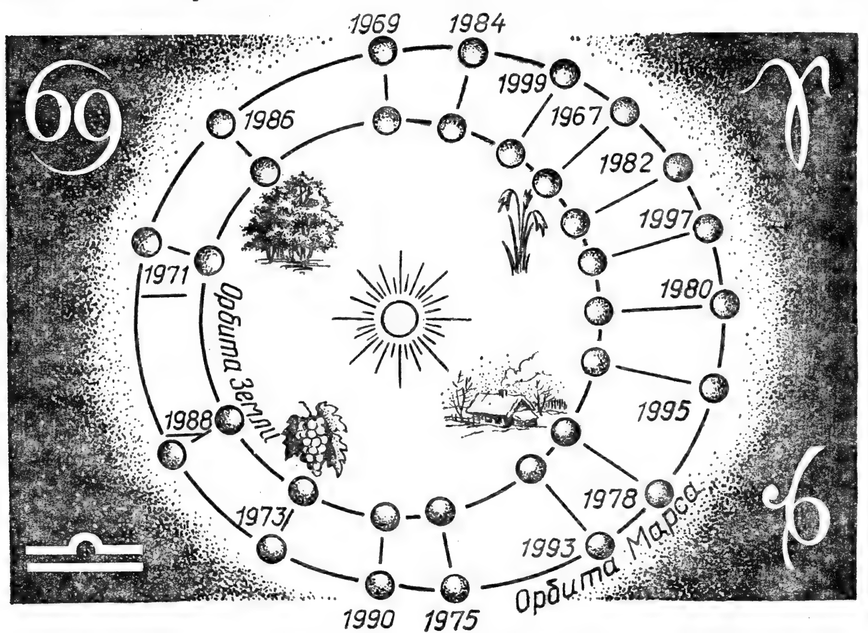


Схема противостояний Земли и Марса с 1967 по 1999 г. Подчеркнуты даты великих противостояний. В 1971 г. во время великого противостояния расстояние от Земли до Марса составляло 56,1 млн. *км*, в 1988 г. оно будет составлять 59,2 млн. *км*.

этот счет и Иоганн Кеплер — гениальный интерпретатор наблюдений Браге, открывший законы движения Марса и обобщивший их на все планеты. На склоне лет Кеплер написал научно-фантастический роман, однако фантазия его не ушла дальше описания жителей Луны. Впрочем, дальше Луны фантасты не решались отсылать своих героев еще в течение столетий.

Первые домыслы по поводу природы Марса принадлежат перу святого отца, иезуита Атанасиуса Кирхера. Будучи в целом эрудированным естествоиспытателем, Кирхер часто, однако, оказывался в плену суеверных, мистических представлений. В 1636 г. итальянец Франческо Фонтана выполнил телескопическую зарисовку Марса, где посреди диска планеты изображено большое черное пятно. Пятно, вне сомнения, появилось вследствие несовершенства оптики. Кирхер же трактовал его как гигантскую долину, усеянную бесчисленными действующими вулканами, непрестанно извергающими расплавленную серу. А почва Марса, по его мнению, состоит преимущественно из мышьяка,— взгляды, типичные для средневековой астрологии.

В течение последующих 200 лет Марс по-прежнему не привлекал к себе особого внимания, а астрономы тем временем шаг за шагом расширяли круг фактических данных. Были обнаружены вращение Марса вокруг оси и сезонные изменения его поверхности, открыто наличие белых полярных шапок.

Широкая известность пришла к Марсу после великого противостояния 1877 г., когда американец Асаф Холл открыл два спутника Марса, а итальянец Джованни Вирджинио Скиапарелли — образования, которые он вслед за другими авторами описывал словом canali. Строго говоря, это слово в переводе с итальянского значит, скорее всего, «проливы» и вовсе не предопределяет их искусственное происхождение. Именно проливами представлялись эти образования Скиапарелли, который особенно не ратовал за предположение, что они могут быть инженерными сооружениями.

Однако Скиапарелли явно не рассчитал последствий своей лингвистической вольности: основное значение слова canali оказалось оттесненным побочным. Термин «канал» был во сто крат привлекательнее неопределенных «проливов», и о марсианских каналах заговорила читающая публика всех частей света.

Каналы как искусственные сооружения нашли энергичного защитника в лице американца Персиваля Ловелла, который построил специальную обсерваторию и довел число их на карте Марса до 700.

Точка зрения на природу Марса в конце прошлого века наглядно иллюстрируется девизом: «Марс — вторая Земля». В начале XX в. возникает даже уверенность, что марсианская цивилизация несравненно выше земной. Духом времени навеян знаменитый роман Уэллса «Война миров». Однако с научной точки зрения подобная концепция не выдерживает серьезной

критики и уступает место новой, более осторожной: факт обитаемости Марса представляется вполне правдоподобным.

Наконец, в двадцатые годы окончательно побеждают сторонники корректного обращения с научными фактами. В это время устанавливается мнение, что на Марсе скорее всего существует растительная жизнь, а никакой разумной жизни нет. Упрочению этой точки зрения во многом способствовали труды известного советского астронома, основоположника астроботаники Гавриила Адриановича Тихова.

В XX в. герои фантастических романов стали посещать Марс и поодиночке, и большими экспедициями. Однако содержащиеся в этих романах описания Марса не имели под собой почти никаких оснований. Марс, загадочный и недоступный, попрежнему хранил свои тайны.

КОЛОСС ЮПИТЕР

Юпитер недаром получил имя главного римского бога — это самая большая из планет. По объему он в 1300 раз больше Земли и, несмотря на значительное удаление, бывает виден на земном небе лишь чуть-чуть слабее Венеры. Поперечник Юпитера превосходит поперечник Земли более чем в 10 раз, а его масса больше массы Земли в 300 раз.

Юпитер формировался в толстой и самой плотной части протопланетного облака. Именно сюда, в эту часть первичного протопланетного облака, «выметались» давлением солнечных лучей все легкие летучие вещества, в особенности водород и гелий. Благодаря густой «питательной среде» Юпитер вырос гигантом.

Химический состав Юпитера тоже резко отличается от химического состава Меркурия, Венеры, Земли и Марса — так называемых планет земной группы. Колосс Юпитер в этом отношении гораздо больше напоминает звезду, чем планету: он содержит в основном водород с примесью гелия.

Тело планеты состоит, по-видимому, целиком из отвердевшего водорода и гелия. Выше располагается аналогичная по составу водородно-гелиевая атмосфера, причем из-за высоких давлений нижняя часть атмосферы имеет большую плотность и вязкость. По своим механическим свойствам она скорее похожа на океан, чем на газовую оболочку. Таким образом, если углубляться постепенно в недра Юпитера, то сначала из обычной разреженной атмосферы попадешь в облачный слой — нечто вроде тумана с мелкими твердыми частичками, потом вступишь в слой значительного уплотнения, как бы слякоти, которая будет становиться все гуще и плотнее, покуда не окажется по существу твердой. Четко выраженной границы между твердым телом планеты и газовой оболочкой на Юпитере не существует.

Кроме водорода и гелия, как показывают спектральные измерения, в верхних слоях атмосферы Юпитера в большом количестве присутствуют также водородные соединения — газы метан CH_4 и аммиак NH_3. Метан — тот самый природный газ, который широко используется в городах в кухонных газовых плитах. Не исключено, что в атмосфере Юпитера имеется в некотором количестве и кислород. В результате химического соединения кислорода с водородом должна была образоваться вода. Но вода при низких температурах Юпитера — а он ведь очень далеко от Солнца — неизбежно замерзает и оседает на поверхность планеты. Если это действительно так, то далеко внизу, под облачным покровом Юпитера, вполне может находиться толстый слой льда.

Уже в небольшой телескоп Юпитер выглядит как золотистый диск, пересеченный темными и светлыми волокнистыми полосами. Эти полосы тянутся параллельно друг другу и параллельно экватору планеты. Диск кажется слегка вытянутым в направлении полос, и это первое впечатление совершенно справедливо. Юпитер делает полный оборот вокруг оси всего за 10 часов и из-за большой скорости вращения заметно сжат у полюсов.

Полосы Юпитера — это следы общих атмосферных течений, своего рода «пассатов», которые непрерывно дуют параллельно экватору. День ото дня структура полос и связанные с ними неправильной формы пятна облаков меняют свои очертания, хотя общий характер распределения основных деталей всегда остается одним и тем же.

Самое удивительное образование в атмосфере Юпитера — Большое красное пятно. Впервые на него обратили внимание в 1878 г., когда оно растянулось на 50 тыс. *км* и бросалось в глаза как огромная кирпично-красная область атмосферы. Впоследствии, анализируя старые наблюдения, астрономы нашли красное пятно и на прежних зарисовках вплоть до XVII в.

Красное пятно сильно меняется в размерах — то оно бывает очень резким и большим, то почти исчезает. Оно заметно меняет свое положение относительно поверхности планеты: то ли оно дрейфует, подобно айсбергу в океане, то ли немного смещается в разные стороны, как буй, укрепленный на якоре с длинной цепью.

Что представляет собой Большое красное пятно, никому из астрономов с достоверностью не известно. В прежние времена бытовало утверждение, что пятно обусловлено вулканической активностью,— что это-де, попросту говоря, наблюдаемый нами след огромного огнедышащего вулкана. Однако наличие вулкана никак не вяжется с представлениями о «рыхлом», водородно-гелиевом Юпитере. Позднее предпочитали думать, что пятно — это совершенно необычное твердое тело, обладающее свойствами плавучести. Наконец, в наши дни красное пятно

связывают с гигантскими восходящими потоками «ветров» в атмосфере Юпитера.

Если на твердой поверхности Юпитера имеется значительное по площади плато или неглубокая котловина, то проносящиеся над поверхностью в этом районе атмосферные течения действительно могут привести к появлению столба уходящего вверх потока газа, который достигнет верхних слоев атмосферы и, подобно земным вихрям, сможет в некоторых пределах менять свою форму и положение.

У Юпитера ныне открыто наибольшее число спутников — 12. Четыре самых ярких спутника Юпитера открыл уже Галилей. И, как мы помним, Галилей же вскоре предложил использовать наблюдения затмений спутников Юпитера в целях определения долгот различных пунктов на поверхности Земли. Это предложение Галилея не нашло применения только из-за отсутствия таблиц с предвычисленным заранее на долгое время вперед «расписанием» моментов затмений.

Однако мысль Галилея по-прежнему считалась заманчивой, и во второй половине XVII в. составление необходимых таблиц затмений спутников Юпитера было поручено молодому сотруднику Парижской обсерватории датчанину Оле Ремеру.

Оле Ремер добросовестно выполнял наблюдения, но все его усилия составить теорию движения спутников оставались бесплодными. Спутники Юпитера не подчинялись привычным законам. Они то опережали составленный для них «график» и попадали в тень Юпитера раньше предсказанного срока, то заметно опаздывали. Причем отклонения от составленного для них Ремером «графика» достигали многих минут; об ошибках наблюдений в этом случае не могло быть и речи.

Ремер подметил, что отклонения в моментах затмений спутников каким-то образом связаны с движениями Юпитера и Земли вокруг Солнца. Объяснение, которое в конце концов нашел Ремер, оказалось простым и оригинальным. Свет распространяется не молниеносно, а с вполне определенной, конечной скоростью.

Когда Земля и Юпитер находятся по разные стороны от Солнца, расстояние между ними превышает 900 млн. *км*. А когда обе планеты сходятся по одну сторону от Солнца, расстояние между ними сокращается до 600 млн. *км*. В первом случае свету приходится преодолевать расстояние на 300 млн. *км* больше, чем в другом. Отсюда и появляются то лишние, то недостающие минуты в моментах затмений спутников Юпитера.

Объяснение Ремера было правильным. Он первым указал на конечность скорости света и вычислил для этой скорости достаточно надежное значение.

Пример с этим открытием кажется нам очень поучительным. Он лишний раз наглядно иллюстрирует тот известный в истории науки факт, что работы, рождающиеся из насущной

практической необходимости — если только их исполнители не спешат отмахнуться от всех встречающихся на пути труднообъяснимых явлений,— часто могут вести к фундаментальным научным открытиям.

НЕБЕСНЫЕ СЫЩИКИ

До изобретения телескопа о расширении границ Солнечной системы, естественно, никто и не помышлял. Такого вопроса вообще не возникало. Солнечная система казалась вполне изученной, границы ее — незыблемыми. Все тела Солнечной системы были на виду, наблюдались на небе невооруженным глазом. Их можно было сосчитать по пальцам: Солнце, Луна, Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн.

Галилей, построив скромную зрительную трубу, сразу же открыл четыре спутника Юпитера и кольцо Сатурна. А потом открытия последовали как из рога изобилия.

В середине XVII в. Христиан Гюйгенс обнаружил спутник Сатурна. Вслед за ним директор Парижской обсерватории Кассини поочередно открыл еще четыре спутника Сатурна. Гершель в 1781 г. наткнулся на новую планету — Уран. Через 6 лет он же сообщил о наблюдении двух спутников Урана и вскоре добавил к перечню вновь открытых членов Солнечной системы еще два спутника Сатурна.

Если к началу XVII в. Солнечная система казалась лежащей «как на ладони», то теперь она неудержимо «разрасталась». Вооруженный телескопом наблюдатель видел гораздо лучше и гораздо дальше своих предшественников. И ему открывались новые небесные светила. Ободренный успехами коллег, каждый астроном был готов засучить рукава и приняться за поиски еще неизвестных членов Солнечной системы.

Но только ли удаленные члены Солнечной системы оставались неизвестными? Ведь еще Кеплер обратил внимание на изрядную брешь совсем неподалеку от Земли, между орбитами Марса и Юпитера. Вот сводка расстояний от Солнца до ближайших к нему планет в астрономических единицах:

до Меркурия — 0,4,
до Венеры — 0,7,
до Земли — 1,0,
до Марса — 1,5,
до Юпитера — 5,2,
до Сатурна — 9,5.

Скачок в расстояниях между Марсом и Юпитером действительно кажется чересчур резким.

Предположение, что на месте этого пробела может отыскаться еще одна планета, стало выглядеть особенно правдопо-

добным после появления в научной литературе странного арифметического правила. Немецкий математик Даниель Тициус установил это правило в 1766 г. в примечании к книге, которую он переводил.

Напишем ряд чисел. Первым из них пусть будет 0,4; вторым: 0,4+0,3; третьим: 0,4+0,3×2; четвертым: 0,4+0,3×4 и т. д., с удвоением для каждого последующего члена этого ряда множителя при 0,3. Полученный ряд чисел очень близко совпадает с рядом средних расстояний от Солнца до планет, если эти расстояния выражены в астрономических единицах (см. табл.).

№ п/п	Число ряда Тициуса		Среднее расстояние от Солнца до планеты	Название планеты
1	0,4	=0,4	0,4	Меркурий
2	0,4 + 0,3	=0,7	0,7	Венера
3	0,4 + 0,3×2	=1,0	1,0	Земля
4	0,4 + 0,3×4	=1,6	1,5	Марс
5	0,4 + 0,3×8	=2,8	—	—
6	0,4 + 0,3×16	=5,2	5,2	Юпитер
7	0,4 + 0,3×32	=10,0	9,5	Сатурн
8	0,4 + 0,3×64	=19,6	—	—

На первых порах странная находка Тициуса оставалась незамеченной. Но она пришлась по вкусу другому немецкому ученому, астроному Иоганну Элерту Боде, который счел ряд Тициуса заслуживающим самого пристального внимания. Боде подробно изложил правило Тициуса в своей книге 1772 г. и впоследствии так много говорил и писал по этому поводу, что за правилом повсеместно укрепилось название правила Боде — Тициуса. Иногда его даже называют законом.

Правило Боде — Тициуса не является в подлинном смысле слова законом. Скорее всего, оно каким-то образом связано с проявлением еще не изученных закономерностей формирования планет Солнечной системы из протопланетного облака. Но справедливо ли подобное утверждение или не справедливо,— доныне никто доказать не может. Это так называемая эмпирическая закономерность, установленная из наблюдений и на протяжении вот уже 200 лет не имеющая под собой твердой теоретической основы.

Доверие к правилу Боде — Тициуса существенно возросло после открытия Гершелем в 1781 г. новой планеты, для которой Боде предложил название Уран. Среднее удаление Урана от Солнца составляет 19,2 астрономических единицы. Уран практически точно попал на восьмое место в ряду Тициуса. Но если правило Боде — Тициуса верно, то свободным остается еще и пятое место, место планеты между Марсом и Юпитером. Ини-

циативу поисков этой планеты спешили взять на себя немецкие астрономы.

Германия в ту эпоху была расчленена на десятки карликовых государств: королевств, великих герцогств, герцогств, княжеств и вольных городов. До наполеоновских войн все эти многочисленные германские государства не были объединены даже формально. Каждый из местных властелинов проводил собственную политику и, между прочим, снисходил до покровительства «своей» музе. При дворе герцога Саксен-Веймарского покровительствовали поэзии. Там жили Гёте и Шиллер. При других дворах предпочитали музыкантов либо живописцев. Астрономия нашла приют в Готе, столице герцога Саксен-Кобург-Готского. Придворный астроном герцога Ксаверий фон Цах и предпринимал усилия для организации поисков предполагаемой планеты, занимающей пятое место в ряду Тициуса.

Цах снесся с другими астрономами и, заручившись поддержкой пяти из них, на рубеже XIX в. объявил о создании «отряда небесной полиции» с целью «выследить и поймать беглого подданного Солнца». Астрономы поделили небо между собой и готовились к долголетнему утомительному «выслеживанию», как вдруг беглая планета неожиданно нашлась сама собой.

Это случилось в Палермо, на острове Сицилия, в ночь начала нового столетия. Джузеппе Пиацци, профессор Палермского университета, 1 января 1801 г., как обычно, работал над составлением очередного каталога звездных положений. Ему попалась быстро перемещающаяся «звезда», путь которой Пиацци трудолюбиво прослеживал из ночи в ночь полтора месяца. Конечно, это могла быть и комета. Однако по многим косвенным признакам Пиацци был почти убежден, что открыл недостающую планету. Он назвал ее Церерой в честь древнеримской богини плодородия, покровительницы Сицилии.

Дальнейшие события приняли неожиданный оборот. От переутомления Пиацци слег в постель, а вновь открытое светило тем временем скрылось в солнечных лучах.

В Италии бушевала война. Связь Сицилии с материком была плохой. Да и сообщать о своем открытии Пиацци сначала не торопился. Он хотел сам продолжить наблюдения и вычислить орбиту нового небесного тела. Но отыскать его на небе повторно Пиацци так и не смог. Пришлось, пока еще не все было потеряно, взывать о помощи.

Счастливому открытию Пиацци сопутствовало еще одно счастливое обстоятельство. Точным наукам и астрономии в Германии оказывалось покровительство не только при дворе герцога Саксен-Кобург-Готского, но и в королевстве Ганновер. Здесь, в небольшом городке Геттингене, существовал известный всей Европе старинный университет. И в описываемое нами время в Геттингенском университете креп математический гений Карла Фридриха Гаусса.

Гаусс был еще очень молод. К тому моменту, когда Пиацци призвал коллег оказать ему посильное содействие в повторном отыскании Цереры, Гауссу едва исполнилось 24 года. Но именно ему задача Пиацци оказалась по плечу. Несмотря на свою молодость, Гаусс успел в основных чертах разработать оригинальный метод вычисления планетной орбиты всего по трем наблюдениям, без каких бы то ни было предположений о характере орбиты. Наблюдения Пиацци давали Гауссу великолепный повод проверить свои идеи на практике. Он поспешил выполнить необходимые вычисления и предсказал место нового светила на небосводе на несколько месяцев вперед.

Плохая погода помешала европейским астрономам тотчас проверить прогноз юного математика. Подходящая возможность представилась лишь в последнюю ночь 1801 г. И уже на следующую же ночь, в годовщину открытия Пиацци, Ксаверий фон Цах вновь обнаружил на небе утраченную было планету Цереру. А чуть позже ее увидел аптекарь из города Бремена Ольберс. Ольберс был известным любителем астрономии и много лет посвятил наблюдению комет и изучению их орбит.

Расстояние Цереры от Солнца составляло 2,8 астрономической единицы — точно такое, какое требовалось по правилу Боде — Тициуса.

Что касается метода вычисления орбит, предложенного Гауссом, то он оказался в высшей степени плодотворным и отчасти не потерял значения вплоть до наших дней.

ПЛАНЕТЫ-КРОШКИ

Растерянность астрономов не знала предела, когда в марте — апреле 1802 г. Ольберс, наблюдая Цереру, обнаружил неподалеку от нее еще одну слабую планету. Ее назвали *Палладой*. Название Паллада, что в переводе значит «потрясающая» [1], служит постоянным эпитетом и как бы вторым именем греческой богини разума, ремесел и войны Афины. Расстояние Паллады от Солнца тоже оказалось равным 2,8 астрономической единицы. Что и говорить — не было ни гроша, да вдруг алтын. В 1804 г. к двум новым планетам добавилась третья — Юнона. Вскоре Ольберс примерно на том же удалении от Солнца открыл четвертую планету — Весту.

Пиацци предлагал именовать многочисленных обретенных членов Солнечной системы не планетами, а планетоподобными телами — планетоидами. Однако за ними укрепилось предложенное Вильямом Гершелем общее имя астероидов — «звездоподобных». В наши дни их гораздо чаще называют малыми планетами. Размеры астероидов действительно

[1] Воительница, потрясающая копьем.

очень невелики. Самой большой сказалась Церера — поперечник ее всего 770 *км*. Поперечник стоящей на втором месте по размерам Паллады составляет 490 *км*.

Ольберсу первому пришла в голову мысль о том, что малые планеты, возможно, представляют собой осколки одной большой планеты, помещавшейся некогда, как и предписывается правилом Боде — Тициуса, между орбитами Марса и Юпитера. Следовательно, число астероидов вовсе не должно ограничиваться четырьмя, и дальнейшие поиски признавались делом вполне уместным. Для облегчения работы Берлинская Академия наук организовала составление специальной звездной карты. Систематическое сопоставление вида звездного неба в телескоп с этой картой и должно было выявлять перемещающиеся звездообразные объекты.

Составление Берлинской звездной карты отняло много лет, но открытия астероидов после ее появления действительно посыпались как из рога изобилия. В 1845 г. «родилась» Астрея, вслед за Астреей в один год объявились Геба, Ирис и Флора, за ними Метида, Виктория, Эвномия, Мельпомена и т. д. — конца этим открытиям не предвиделось.

Если в 1852 г. было известно лишь 20 астероидов, то к 1870 г. число их достигло 110. С применением же для цели поисков астероидов фотографии их стали обнаруживать сотнями. Если первая четверка астероидов имела поперечники хотя бы в сотни километров, то теперь астрономам стали попадаться глыбы размерами в несколько десятков километров. Наименьшие же из известных астероидов имеют в поперечнике всего-навсего 1—2 *км*.

Из-за плохой погоды, чересчур быстрого перемещения и по другим причинам лишь небольшую часть из множества вновь открываемых астероидов удается наблюдать несколько раз. Для них вычисляются орбиты, такие астероиды получают номер и регистрируются в каталогах. Несмотря на многие трудности, число «учтенных» астероидов непрерывно растет. Вот данные об общем количестве зарегистрированных астероидов за три 50-летних периода:

Период наблюдений	Число вновь зарегистрированных астероидов	Общее число астероидов, зарегистрированных к концу периода
1800—1849	10	10
1850—1899	442	452
1900—1949	1114	1566

В наше время общее количество зарегистрированных астероидов приближается к 2000.

До Великой Отечественной войны большой вклад в открытие новых астероидов внесли советские астрономы, работавшие в Симеизской обсерватории в Крыму. По поручению Междуна-

родного Астрономического Союза вычислениями орбит астероидов ныне ведают два международных центра: один в Институте теоретической астрономии АН СССР в Ленинграде и другой в обсерватории города Цинциннати в США.

Общее число малых планет в Солнечной системе не раз пытались более или менее достоверно оценить разные астрономы. У них различались исходные предположения, не сходились и ответы. Одно только роднило эти ответы: число малых планет всегда оказывалось чудовищно большим. По современным представлениям, вокруг Солнца обращается около 250 млн. астероидов, включая астероиды размером до 1 *км.* Подавляющее большинство этих «карманных планеток» не может наблюдаться с Земли ни при каких условиях. Но если бы из года в год использовать для их поисков крупнейшие в мире телескопы, число зарегистрированных астероидов удалось бы, вероятно, довести тысяч до пятидесяти. Конечно же, те неполные две тысячи объектов, которые занесены ныне в специальные каталоги,— это ничтожная доля процента, капля в океане крупных обломков, глыб и камней, вращающихся вокруг Солнца между орбитами Марса и Юпитера.

Но и этого количества обнаруженных астероидов оказалось достаточно, чтобы установить некоторые важные закономерности.

Астероиды вращаются вокруг Солнца, двигаясь в ту же сторону, что и большие планеты,— против часовой стрелки, если смотреть со стороны северного полюса мира. Львиная доля их удалена от Солнца на расстояния от 2,3 до 3,3 астрономической единицы. Таким образом, планеты-карлики образуют между орбитами Марса и Юпитера широкое кольцо, или, как его иначе называют, «пояс астероидов». Среднее расстояние пояса астероидов от Солнца — 2,8 астрономической единицы — действительно соответствует той величине, которая предвычислялась до его открытия по правилу Боде — Тициуса.

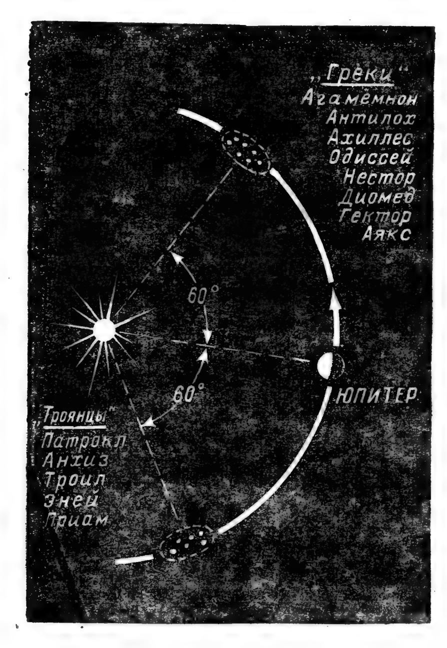
Плотность астероидов внутри пояса неравномерна. Вначале астрономы не видели причин для беспокойства в том, что им практически не встречаются малые планеты с расстояниями от Солнца, например, в 2,50 или 2,84 астрономической единицы. Но в конце концов существование нескольких «провалов» в поясе астероидов стало очевидным. Объяснить их удалось воздействием гиганта Юпитера.

Согласно третьему закону Кеплера, расстояние планеты от Солнца и период ее обращения вокруг Солнца неразрывно связаны. Если период обращения малой планеты оказывался кратным периоду обращения Юпитера, то взаимное расположение Солнца, Юпитера и малой планеты систематически повторялось. Из-за огромной массы и близости Юпитера его так называемое возмущающее влияние на движение малой планеты было очень значительным и, систематически повторяясь одинаковым образом, приводило к тому, что малая планета сходила

со своей первоначальной орбиты. Период ее обращения вокруг Солнца изменялся. Так исчезали малые планеты с периодами обращения в $^1/_2$, $^1/_3$, $^2/_5$, $^3/_7$ от периода обращения Юпитера. В связи с этим и появились в поясе астероидов пустые места, щели, которые называют «окнами Кирквуда».

Возмущающее действие Юпитера привело не только к возникновению пустот в поясе астероидов, но и к возникновению там сгустков, семейств малых планет, движущихся по очень близким орбитам.

С воздействием тяготения Юпитера связано существование знаменитой «троянской» группы астероидов. Эти астероиды движутся строго по орбите Юпитера, часть впереди, а часть позади него. Период обращения «троянцев» вокруг Солнца в точности совпадает с периодом обращения Юпитера.



В 1906 г. были открыты 2 группы астероидов, движущихся по орбите Юпитера с тем же, что и у Юпитера, периодом обращения вокруг Солнца. Они получили имена героев описанной Гомером в «Илиаде» Троянской войны. На 60° впереди планеты движется группа «греков», на 60° позади — группа «защитников Трои» — «троянцев». Каждая из групп астероидов расположена в вершине равностороннего треугольника, в двух других вершинах которого находятся Юпитер и Солнце.

Задолго до открытия «троянцев» один из создателей небесной механики Лагранж, занимаясь задачей взаимного притяжения трех тел, нашел любопытный частный случай. Он математически показал, что если вокруг тела A (например, Солнца) обращается значительно менее массивное тело B (например, Юпитер) и если по той же самой орбите тела B обращается вокруг A еще гораздо менее массивное тело C (например, астероид), то движение тела C по орбите тела B может длиться неопределенно долго при том важном условии, что тела A, B и C находятся в вершинах равностороннего треугольника. Такое движение оказывается устойчивым. Это значит, что если какая-либо внешняя сила попытается вывести малое тело C из его «точки равновесия», то тотчас возникающее возмущающее притяжение более массивного тела B непременно станет толкать его обратно в исходное положение.

Лагранж указал на этот случай как на чисто теоретическую

возможность, даже не предполагая встретить его в пределах Солнечной системы. Каково же было удовлетворение астрономов, когда они в начале XX в. неожиданно натолкнулись на подтверждение такого теоретического решения в природе.

Теперь известно уже 15 астероидов, которые движутся по орбите Юпитера в соответствии с решением Лагранжа. Тринадцать из них имеют собственные названия — им даны имена героев описанной Гомером в «Илиаде» Троянской войны. Поэтому и вся группа названа «троянцами».

Как и во времена Ольберса, ныне по-прежнему распространена точка зрения, что гигант Юпитер не только расчистил «окна Кирквуда», организовал семейства астероидов и увлек за собой группу «троянцев», но что именно он-то и является главным виновником самого факта возникновения пояса астероидов. Аргументом в пользу такого воззрения служит распределение астероидов по массе, хотя здесь и придется несколько раз воспользоваться неопределенным выражением «как будто бы».

Как будто бы установлено, что распределение астероидов по массе не хаотично, а подчиняется определенной закономерности. Рассортируем каталогизированные астероиды на группы по размерам таким образом, чтобы в каждой последующей группе размеры астероидов были в одинаковое число раз меньше, чем в предыдущей. Учтем, разумеется, что теперь открыты уже практически все крупные астероиды, а чем они мельче, тем меньший процент их попал в каталоги. В итоге окажется, что суммарный объем и суммарная масса астероидов в каждой выделенной группе должны быть примерно равны.

Как будто бы установлено, что такое распределение по массе отвечает закону случайного дробления крупного тела на множество частей. А отсюда следует, что кольцо астероидов действительно может рассматриваться как след гибели пятой планеты Солнечной системы, раскрошенной и рассеянной по орбите мощным возмущающим притяжением гиганта Юпитера.

Советский астроном С. В. Орлов предложил назвать эту гипотетическую планету Фаэтоном.

По греческой мифологии, Фаэтон был одним из сыновей бога Солнца, но он был смертным. Фаэтон мечтал доказать приятелям свое родство с Гелиосом, и ему пришла в голову безумная мысль проехать по небу на огненной колеснице отца. Управлять же этой колесницей был в силах только сам Гелиос. В роковую минуту вырвал Фаэтон у отца клятву исполнить любое свое желание. И он попросил у Гелиоса его огненную колесницу. В ужасе проклял Гелиос свою уступчивость, но был вынужден исполнить клятву. Как стрела понесся Фаэтон по небу. Не сдержав коней, он упал и разбился насмерть.

Предложенное С. В. Орловым название пятой планеты, если только она действительно существовала, очень точно отражает ее прискорбную участь.

Фаэтон — условное имя гипотетической планеты. Вы не встретите его в каталогах малых планет. Там помещаются данные не о гипотетических, а о реально открытых астероидах, которым для отличия их друг от друга присваиваются порядковые номера и собственные имена. По установившейся традиции имена эти в подавляющем большинстве случаев женские, причем в женские имена переделываются и мужские фамилии, и названия городов.

В честь Владимира Ильича Ленина астероид № 852 назван Владиленой. В память об известных ученых астероиды назывались Ольберсией, Пиаццией, Ломоносовой, Струвеаной, Бредихиной, Штернбергией. В честь городов получили свои названия астероиды Москва, Симеиза и многие другие.

Мужские имена закрепляются для отличия в особых случаях лишь за теми астероидами, которые обладают какими-либо уникальными свойствами.

В 1898 г. был открыт астероид Эрос (№ 433); он долгое время был единственным из известных астероидов, которые заходят далеко внутрь орбиты Марса. Потом были обнаружены другие астероиды, движущиеся по сильно вытянутым орбитам. Некоторые из них заходят не только внутрь орбиты Марса, но даже внутрь орбит Венеры и Меркурия. Новых редкостных членов пояса астероидов назвали Ганимед, Амур, Аполлон, Адонис, Гермес.

Но самую широкую и шумную известность приобрел открытый в 1949 г. астероид Икар.

Икар обращается вокруг Солнца за 409 дней. Он имеет наименьшее из известных среднее расстояние от Солнца и, приближаясь к нему, заходит далеко внутрь орбиты Меркурия. Удаляясь от Солнца, Икар проходит очень близко от Земли.

Икар стал знаменит в связи со слухами о его возможном столкновении с Землей. Эти слухи, неизвестно где и как родившиеся, распространялись с фантастической быстротой и взволнованно обсуждались на всех континентах. Столкновение ожидалось летом 1968 г. Некоторые обсерватории вынуждены были официально опровергать сообщения телеграфных агентств о том, что Икар якобы «столкнется с Землей с силой, равной взрыву тысячи водородных бомб».

Падкие на сенсации журналисты раздули выдуманную историю о том, что будто бы «Соединенные Штаты, Англия и СССР обсуждают возможности использования какой-либо ядерной ракеты для того, чтобы предотвратить столкновение этого астероида с Землей». Было экстренно подсчитано, что у человечества в принципе имеются технические возможности послать к Икару ракету-перехватчик и путем взрыва мощнейшей водородной бомбы несколько изменить его орбиту.

Дебаты о том, что Икар упадет на наши головы, не имели под собой почвы. Шанс на столкновение Икара с Землей не

составлял и одной миллиардной. Как и было предвычислено, Икар благополучно миновал Землю на расстоянии свыше 7 млн. *км.* Для примера вспомним, что астероид Гермес, не вызвав, однако, паники, подходил в 1937 г. к Земле на расстояние всего в 580 000 *км*, т. е. был от нас лишь в полтора раза дальше Луны.

Случай с Икаром очень интересен в психологическом плане. Если даже в наши дни, при всесторонне развитых средствах информации, когда люди читают газеты, слушают радио и смотрят телевидение, возможно распространение нелепых, противоречащих научным данным, но будоражащих весь мир слухов, нетрудно представить себе то чудовищное, подогретое суеверным страхом волнение умов, которое могло возникнуть в связи с необычными астрономическими событиями раньше, в былые столетия. Отсутствие ясного представления об управляющих небесными явлениями процессах, небольшое число грамотных для своего времени специалистов, отсутствие достоверных сообщений, суеверия — все это в былые века зачастую приводило к апокалиптическому ожиданию конца света, всяческих ужасов и бедствий.

Но может ли на самом деле астероид столкнуться с Землей? Да, может, подобно тому как может столкнуться с Землей метеорит.

В 1947 г. на территории СССР в западных отрогах Сихотэ-Алиньского хребта упал огромный метеорит. На месте его падения экспедициями Академии наук СССР были собраны многие десятки тонн метеоритного вещества. При влете в земную атмосферу общий вес Сихотэ-Алиньского метеорита, по подсчетам, превышал тысячу тонн. Поперечник его составлял несколько метров. Упавшего в Сихотэ-Алине «космического пришельца» вполне справедливо считают мелким астероидом. Но такие явления исключительно редки и не влекут за собой катастрофических последствий для Земли в целом.

Дальнейшее изучение астероидов в высшей степени важно. Астероиды — это наиболее крупная фракция межпланетной материи, размеры твердых частиц которой колеблются от сотен километров до нескольких микрон. Каково все-таки происхождение этой межпланетной материи? Остатки ли это протопланетного вещества? Или же в наследство от первичного облака нам остались только мельчайшие частицы межпланетной материи, а астероиды — это действительно обломки раскрошенной Юпитером планеты, устроившим неподалеку от себя гигантскую «каменоломню Солнечной системы»? На все эти вопросы еще предстоит найти убедительные ответы.

Размеры планет, следующих за Юпитером, начинают идти на убыль. Сатурн хотя и велик, но по размерам несколько меньше Юпитера. Характерной особенностью Сатурна является его кольцо — то самое странное образование, которое Галилей принял поначалу за двух «прислужников» Сатурна.

Кольцо Сатурна — уникальное, неповторимое, единственное в своем роде явление в Солнечной системе. Оно образовано миллиардами миллиардов твердых частиц размерами от песчинки до небольшого камешка. При рассматривании в небольшой телескоп все они, конечно, сливаются воедино, и кажется, что около Сатурна действительно расположено широкое плоское кольцо.

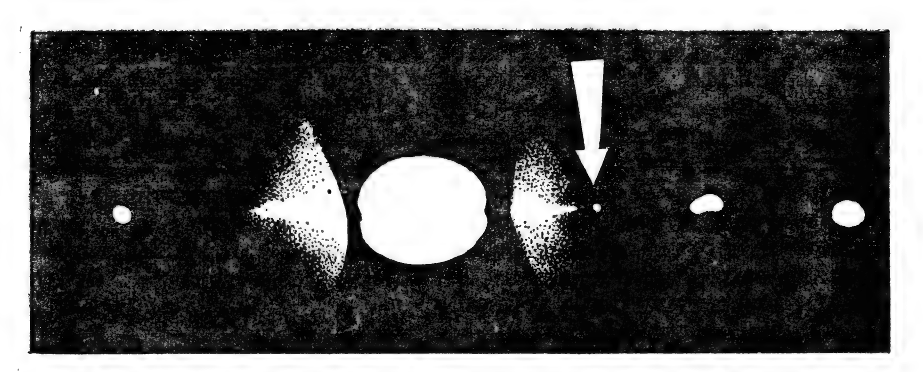
Толщина кольца ничтожно мала; она составляет всего что-нибудь от 10 до 20 *км*. Ширина же кольца превышает 130 тыс. *км*. Ширины кольца достаточно, чтобы в воображении прокатить по нему гигант Юпитер. Расположено кольцо строго в плоскости экватора Сатурна.

Выдающаяся русская женщина-математик С. В. Ковалевская, французский астроном Рош и другие ученые детально исследовали вопрос о влиянии на спутники планет приливных деформаций. Чем больше планета и чем ближе подходит к ней какой-либо спутник, тем заметнее становится в особенностях его поведения влияние приливных сил. Можно найти границу, переступить которую спутник данного размера «не имеет права». Если же под влиянием каких-либо обстоятельств он пересечет эту границу и вступит в окружающую планету «опасную зону», то возросшие приливные силы разорвут спутник на мелкие осколки.

Опасная для спутников зона вокруг планет носит название «зоны Роша». Обычные спутники в пределах этой опасной зоны существовать не могут. Кольцо же Сатурна лежит целиком внутри «зоны Роша».

Вокруг Сатурна за пределами «зоны Роша» обращается несколько крупных спутников. Возмущающее влияние их на кольцо Сатурна вызывает точно тот же эффект, который возмущающее действие Юпитера оказывает на пояс астероидов. Каждый из ближайших спутников Сатурна сгоняет с орбит те частицы кольца, период обращения которых кратен периоду обращения данного спутника. В связи с этим в кольце Сатурна наблюдаются четкие щели. Две самые заметные из них по имени открывателя носят название «щелей Кассини». Другие были обнаружены гораздо позднее.

Кольцо Сатурна, разделенное «щелями Кассини», как оно видно в крупные телескопы, уже не производит впечатления единого образования. В научной литературе часто говорят о трех, как бы вложенных одно в другое, кольцах Сатурна.



Фотография Сатурна 15 декабря 1966 г., на которой французский астроном Одуэн Дольфюс открыл его десятый спутник (отмеченный стрелкой). При фотографировании диск Сатурна закрывался специальной пластинкой, ослаблявшей его яркость в 100 раз. Из-за этого по бокам планеты наблюдается ореол. На фотографии видны еще 4 спутника Сатурна: слева — Диона, справа — Энцелад и Фетида (их изображения соприкасаются друг с другом) и еще правее — Титан.

Среднее из них самое широкое и самое яркое. Внутреннее кольцо, напротив, едва различимо и настолько прозрачно, что сквозь него звезды наблюдаются почти без ослабления блеска. Его называют «креповым кольцом».

До последнего времени астрономам было известно 9 спутников Сатурна. Самым близким к планете, оказывающим наибольшее возмущающее действие и ответственным за несколько щелей в кольцах считался Мимас. Однако концы с концами здесь в полной мере не сходились.

Чтобы четко согласовать теорию и наблюдения, астрономам очень не хватало еще одного, близкого к планете спутника. Но поиски его были в высшей степени затруднены. Обнаружить слабый и близкий к планете спутник мешает яркость колец.

Тут, однако, следует учесть важную особенность. Сатурн обращается вокруг Солнца так, что плоскость колец всегда остается параллельной самой себе. Вследствие этого, наблюдая Сатурн с Земли, мы видим его кольца попеременно под разными углами. В какой-то момент времени они повернуты к Земле так, что видны наилучшим образом. В этот период лучше всего изучать природу колец и делящих их темных щелей.

По мере движения Сатурна по орбите наблюдаемый разворот колец уменьшается, и в конце концов мы видим кольца Сатурна строго с ребра. Так как они очень тонки, то наблюдать их в это время вообще невозможно. Кольца в такие периоды как бы вовсе исчезают. Это, между прочим, и объясняет загадочное происшествие с Галилеем, когда он вдруг потерял из виду обоих «прислужников» Сатурна.

Периоды мнимого исчезновения колец наступают примерно каждые 15 лет. Последний раз это происходило в конце 1966 г.

Такой период очень благоприятен для поисков близкого к планете спутника. Им-то успешно и воспользовался известный французский исследователь планет Одуэн Дольфюс.

Кольца Сатурна в 1966 г. исчезали дважды: в октябре и в декабре. В октябре Дольфюс гостил в Советском Союзе и использовал это время для предварительных наблюдений на нескольких советских обсерваториях. В декабре, вернувшись во Францию, он предпринял систематическое фотографирование планеты, которое завершилось открытием десятого, очень близкого к внешнему кольцу спутника Сатурна.

Телеграмма об открытии десятого спутника Сатурна была разослана по каналам связи Международного Астрономического Союза 1 января 1967 г.

В наши дни астрономы продолжают часто открывать блуждающие члены Солнечной системы — астероиды. Но открытие «жильцов с постоянной пропиской» — планет и их спутников — теперь явление из ряда вон выходящее. Десятый спутник Сатурна стоит, пока пишется эта книга, последним по счету в ряду подобных открытий. По предложению Дольфюса он получил имя Янус.

Кроме изучения колец Сатурна и его спутников, астрономы, разумеется, уделяют внимание и физическим особенностям строения этой планеты. Но известно по этому поводу немного.

Детали в атмосфере Сатурна наблюдаются, но они гораздо менее ярко выражены, чем на Юпитере. Эти детали не отличаются постоянством. В целом строение Сатурна должно во многом напоминать строение Юпитера. Наибольшую долю среди химических элементов, слагающих Сатурн, занимает водород. Важной отличительной особенностью Сатурна является чрезвычайно низкая средняя плотность. Она меньше плотности воды — всего 0,7 $г/см^3$.

Юпитер и Сатурн — самые крупные планеты из группы водородно-гелиевых планет-гигантов. Но основные особенности строения их, по-видимому, распространяются и на другие планеты этой группы, в частности на планету Уран. Детальное исследование физических условий на Уране и еще более далеких планетах затруднено их огромным удалением от Земли. И преимущественное внимание при изучении этих планет как прежде, так и теперь уделяется особенностям их орбитального движения вокруг Солнца.

ОТКРЫТИЕ НА КОНЧИКЕ ПЕРА

Время от времени ученые сталкиваются лицом к лицу с явлениями странными, из ряда вон выходящими, необъяснимыми. Именно изучение таких явлений обогащает науку новыми открытиями. Для объяснения необычных явлений выдвигаются новые гипотезы.

Всякая гипотеза хороша только тогда, когда из нее можно сделать выводы, теоретически предсказать чуть-чуть больше того, что уже известно из наблюдений. Если выводы из новой гипотезы не соответствуют новым наблюдениям, значит, она ошибочна и ей не суждено стать новым словом в науке. Рождаются другие гипотезы, и так повторяется до тех пор, пока не возникнет, наконец, такая гипотеза, которая объяснит все имеющиеся в наличии наблюдательные данные. Это уже не гипотеза, а новая теория.

Тем же путем входил в жизнь закон всемирного тяготения.

Ньютон высказал этот закон, сопоставив и сведя воедино разрозненные наблюдения и гипотезы своих предшественников. Он решился предать этот закон гласности, только проверив его на примере движения Луны. Новый закон нашел прекрасное подтверждение также в споре о фигуре Земли.

И все-таки противники закона всемирного тяготения полностью не перевелись. Их возражения были разнообразными. Подвергался сомнению сам принцип взаимодействия на расстоянии без всякой передающей среды. Как это так — частицы материи ни с того ни с сего притягиваются друг к другу в пустоте? И их притяжение не зависит от первичной структуры тел? Разве могут притягиваться одинаковым образом тела, по своему строению рыхлые, неплотные, как, скажем, пробка, и тела очень плотные, наподобие свинца и ртути? Использованные Ньютоном понятия с и л а и м а с с а казались абстрактными, оторванными от реальной природы, надуманными.

Справедливости ради скажем, что в понимании закона всемирного тяготения действительно имеется ряд трудностей. Ньютон сформулировал математический закон, который управляет взаимным притяжением разных тел. По формуле Ньютона можно вычислить величину притяжения. Но он вовсе не рассматривал тех причин, благодаря которым это взаимное притяжение возникает. И это-то обстоятельство чаще других критиковалось, заодно порождая сомнения и в справедливости формулы Ньютона. Кстати сказать, сущность гравитационного взаимодействия доныне остается совершенно не ясной, и эту проблему справедливо считают одной из центральных в современной физике.

Критики закона всемирного тяготения часто указывали и на возможность ограниченности его применения. Он может быть справедлив для Земли, Марса, Юпитера, даже Сатурна. Но как знать, сохраняет ли этот закон силу и для еще больших расстояний?

Закон всемирного тяготения нуждался в надежной проверке. Нужны были свежие наблюдения, дополнительный фактический материал.

В 1781 г. неустанные наблюдения Вильяма Гершеля увенчались открытием нового члена Солнечной системы — «звезды Георга». Поначалу распространилось мнение самого Гершеля,



Вильям Гершель (1738—1822).

что им обнаружена очередная комета; их к тому времени было известно довольно много. Но вскоре российский астроном и математик А. И. Лексель — ученик Леонарда Эйлера, член Петербургской Академии наук, известный исследователь комет — обнародовал результаты своих предварительных вычислений: новый небесный объект движется вокруг Солнца примерно по круговой орбите, радиус которой вдвое больше радиуса орбиты Сатурна. За восемьдесят с лишним лет «незнакомец» совершит полный оборот вокруг Солнца.

Гершель открыл не комету, а новую планету Солнечной системы — Уран. Этой планете и предстояло стать пробным камнем истинности закона всемирного тяготения.

Лексель продолжал точные вычисления и заметил некоторые неправильности в движении Урана. Наблюдения ясно говорили о том, что Уран «своевольничает». Настоящий Уран перемещается по небу чуть-чуть не так, как Уран теоретический — тот, который двигался бы в строгом соответствии с законом всемирного тяготения.

Уклонения от «законного» движения Урана были ничтожны, но из-за чего они появились? Или закон всемирного тяготения действительно не так уж строг и не годится для точного предсказания движений далеких планет? Или же существуют силы, которые слегка изменяют орбиту Урана, заставляют планету то немного отставать, то забегать вперед?

Лексель высказал предположение о существовании еще одной далекой — трансурановой — планеты. Тяготение гипотетической планеты и может служить причиной неправильностей в движении Урана. Так была высказана новая гипотеза.

Время шло. Неправильности в движении Урана нарастали. В 1830 г. расхождение между данными теории и результатами наблюдений составляло 20″. К 1840 г. оно достигло 1,5′ — величины вообще-то очень маленькой, но ощутимой, поскольку ошибки наблюдений во всяком случае не превышали 1″, да и теория, казалось бы, тоже обеспечивала такую точность.

Установленный факт настоятельно требовал объяснения. Однако мысль о трансурановой планете по-прежнему оставалась в числе догадок, гипотез. С ней много говорилось и писалось, но никто не решался взять на себя титанический вычислительный труд: отыскать гипотетическую планету с помощью

только бумаги и чернил по крохотным уклонениям в движении Урана. А что если трансурановой планеты вовсе и не существует?

Но час настал. И за работу принялись сразу двое — люди разных национальностей, граждане разных стран, никогда не видевшие друг друга в глаза. Один не догадывался о существовании другого.

Первым был Джон Кауч Адамс, англичанин, 22 лет от роду, студент колледжа Св. Джона в Кембридже, любитель астрономии, вторым — Урбен Жан Жозеф Леверье, француз, опытный вычислитель с большим стажем, штатный математик Парижской обсерватории.

Адамс с детства увлекался головоломными вычислениями. В 16 лет, еще в школе, он поразил родных, самостоятельно предсказав момент начала солнечного затмения. Узнав о возможности путем вычислений найти новую планету, Адамс чрезвычайно увлекся этой идеей. Полный энтузиазма, он по окончании колледжа в 1843 г. целиком ушел в эту работу, отдавая ей все свободное время. Проверяя и перепроверяя вычисления, Адамс тратил на них год за годом.

Между тем математик Парижской обсерватории Леверье занимался обычными делами. Он изучал движение Меркурия, Венеры, вычислял орбиты вновь открытых комет. В 1845 г. его неожиданно вызвал к себе директор обсерватории Франсуа Араго. Директор прекрасно понимал исключительное значение открытия еще одной планеты Солнечной системы и считал, что упустить такой редкий случай было бы непростительной оплошностью. Араго указал Леверье на важность этой проблемы и просил его, приостановив все остальные работы, безотлагательно сосредоточиться на вычислении орбиты гипотетической трансурановой планеты.

Леверье сел за работу в начале лета 1845 г. Адамс к этому времени уже успел решить поставленную им самим задачу. В сентябре он подготовил доклад с предсказанием положения неизвестной планеты на небе 1 октября 1845 г. Он сделал все от него зависящее. Дальнейшее было игрой случая.

Дважды ездил Адамс в Лондон для встречи с королевским астрономом. И оба раза возвращался с пустыми руками: сэр Джорж Бидделл Эйри — тот самый королевский астроном, который сомневался в осуществимости кабельной связи через Атлантику,— в эти дни был в отлучке. Адамс оставил ему записку с изложением доклада и указанием места, где следует искать планету. Но записка была сухой и краткой, а Гринвичская обсерватория и без того завалена текущей работой. Королевский астроном не принял записку Адамса всерьез и оставил ее без последствий.

События продолжали идти своим чередом. Летом 1846 г. с окончательными результатами расчетов движения гипотети-

ческой планеты выступил в Парижской обсерватории Урбен Леверье. Научное содержание его работы по существу совпадало с работой Адамса. И тот и другой приняли одинаковые расстояния неизвестной планеты до Солнца — они вычислили его в соответствии с правилом Боде — Тициуса. Оба использовали схожие предположения о массе гипотетической планеты.

Как впоследствии выяснилось, вычисления Адамса были на редкость точными. И предсказание Леверье практически совпало с тем, которое Адамс сделал раньше него на 8 месяцев.

Но судьба работ Адамса и Леверье оставалась несхожей.

Узнав о работе Парижской обсерватории, королевский астроном в Гринвиче поспешно отдал запоздалое распоряжение включиться в поиски новой планеты. Астрономы уподобились охотникам, напавшим, наконец, на верный след. Но что это были за медлительные охотники! Не торопились ни англичане, ни французы.

Конечно, сотрудники Парижской обсерватории заинтересовались докладом Леверье, но просили отложить начало наблюдений до тех пор, пока они детально не изучат выводов своего коллеги. Разве можно тратить драгоценное наблюдательное время на поиски впустую?

И тогда Леверье, сгоравший от нетерпения, взял инициативу в свои руки. 18 сентября он отправил письмо Иоганну Галле, наблюдателю Берлинской обсерватории. «...Направьте телескоп в созвездие Водолея,— призывал его Леверье,— в точку эклиптики с долготой 326 °, и в пределах одного градуса от этого места Вы найдете новую планету. Она девятой звездной величины и имеет заметно различимый диск...»

Фортуна не переставала улыбаться Леверье. Незадолго перед описываемыми событиями Галле как раз получил несколько новых звездных карт. Одна из них относилась к созвездию Водолея и включала область, о которой писал Леверье.

Отчего же не попробовать, решил Галле, если нужные материалы все равно у тебя под рукой! И 23 сентября он направил свой телескоп в созвездие Водолея. В ту же ночь, 23 сентября, он нашел на небе объект, отсутствующий на звездной карте. То была восьмая планета Солнечной системы, которую впоследствии за ее зелено-голубую окраску назвали в честь римского бога морей Нептуном.

Леверье стал героем дня. Как сказал Араго, он открыл планету «на кончике пера».

Открытие Нептуна было в развитии астрономии грандиозным шагом вперед. Это был триумф всех точных наук XIX в. Это был великий триумф Исаака Ньютона и сформулированного им закона всемирного тяготения.

Нептун удален от Солнца в среднем на 4,5 млрд. *км*. Это составляет 30 астрономических единиц. На один оборот вокруг Солнца Нептун затрачивает 165 лет.

С открытием Нептуна — далекой трансурановой планеты — границы Солнечной системы раздвинулись для человечества почти вдвое. Сам собой на повестку дня встал следующий вопрос: а нельзя ли еще больше раздвинуть эти границы? Разве открытие Нептуна кладет конец надежде обнаружить еще более далекие — транснептуновые планеты? Откуда может возникнуть уверенность, будто Нептун и есть крайняя, последняя планета Солнечной системы?

Итак, за поиски? Нет, об этом не могло быть и речи.

По правилу Боде — Тициуса новая планета могла располагаться еще почти вдвое дальше от Солнца, чем Нептун. Даже в крупный телескоп она будет выглядеть слабенькой звездочкой, каких на небе многие десятки миллионов! На один оборот вокруг Солнца транснептуновая планета должна тратить лет 250—300. Это значит, что ее движение по небу среди звезд будет очень медленным. Выделить такой объект по его ничтожному смещению среди десятков миллионов обыкновенных слабых звезд? Не приходит ли вам в голову, что поиски иголки даже в самом большом стоге сена по сравнению с подобной задачей покажутся сущим пустяком. Искать транснептуновую планету без ясного плана по всему небу — нет, это занятие совершенно беспредметное. Предстояло каким-нибудь образом максимально сузить круг поисков.

Первой обсуждалась возможность пойти проторенной дорогой. Если бы, наблюдая Нептун, удалось установить неправильности в его движении, то можно было бы говорить и о вычислении положения транснептуновой планеты. Но такой путь требовал предварительно нескольких десятков лет систематических наблюдений движения Нептуна.

Представьте себе, что Нептун и гипотетическая транснептуновая планета разошлись в противоположные точки своих орбит, находятся по разные стороны от Солнца. В таком взаимном положении возмущающее притяжение транснептуновой планеты на Нептун будет исчезающе малым. Оно начнет постепенно возрастать по мере сближения обеих планет. Но при периодах обращения вокруг Солнца в сотни лет сближение планет будет происходить в течение нескольких десятков лет. Чтобы почувствовать неправильности в движении Нептуна, его надо систематически наблюдать на значительном отрезке орбиты, по крайней мере в течение 30—40 лет.

Другой возможный вариант сужения поисков транснептуновой планеты заключался в исследовании движения подходящих комет. Если бы комета проходила невдалеке от гипотети-

ческой транснептуновой планеты, то ее орбита — под влиянием тяготения неизвестной планеты — могла бы несколько измениться. Однако подходящие для этой цели кометы не попадались.

Третья возможность оказалась довольно неожиданной. Выяснилось, что учет влияния Нептуна не исчерпывает всех неправильностей в движении Урана. Уран уклонился и от своего нового теоретического маршрута. Отклонения, правда, оказались теперь уж совсем едва заметными — в 60 раз меньше прежних. Но это был, образно говоря, кончик, и, ухватившись за него, отчего было не попробовать «выудить» еще одну планету!

Горячим поборником поисков новой планеты выступил американец Персиваль Ловелл.

Мы уже имели не один случай заметить, какую огромную роль в развитии астрономической науки сыграли астрономы-любители. Астрономическими исследованиями занимались вавилонские жрецы и греческие философы, мусульманские властители и средневековые монахи, рыцари и аптекари, пивовары и музыканты. История астрономии богата примерами, когда вовсе не на долю специалистов-профессионалов, а именно на долю любителей выпадала честь выдающихся открытий, тонких наблюдений и обобщающих выводов.

Персиваль Ловелл тоже не был профессиональным астрономом. Судьба готовила ему ничем не примечательную карьеру преуспевающего бизнесмена. Он родился 13 марта 1855 г. в семье очень богатых родителей. Его отец был влиятельным банкиром, его дядя — министром Соединенных Штатов. В этих условиях юный Ловелл мог скорее всего стать либо чванливым прожигателем жизни, либо посвятить свои дни управлению отцовским имуществом.

С блеском окончив аристократический Гарвардский университет, Ловелл действительно испытал силы в управлении хлопчатобумажными фабриками, банками и электрическими компаниями. Такое занятие, однако, пришлось ему не по вкусу: в нем жил ученый, в его душе теснились восторженные воспоминания о наблюдениях с небольшим телескопом, которые он мальчишкой вел с крыши отцовского дома.

Ловелл уезжает за границу и долгие годы путешествует по свету, живет в Японии и в Корее, изучает чужой язык и чужие нравы, выполняет различные дипломатические поручения. К 38 годам в нем созревает, наконец, твердая уверенность, что астрономия является его главным и истинным призванием. Ловелл чувствует, что он призван продолжить те многообещающие исследования планет, которые успешно начал итальянец Скиапарелли.

Скиапарелли открыл каналы Марса. Ловелл верит наблюдениям Скиапарелли, верит в возможность жизни на Марсе. Человек широко образованный, математик, бизнесмен и путешественник, Ловелл ставит дело на широкую ногу. Он ищет место для новой обсерватории, рассчитанной специально для

наблюдений планет. Ловелл ищет повсюду: и в Альпах, и в горах Алжира, и в Мексике, и в Калифорнии. В конце концов он останавливает свой выбор на вершине высотой в 2100 *м* над уровнем моря в штате Аризона, неподалеку от города Флагстаффа. Ловелл зовет эту вершину «Марс Хилл» — «Холм Марса». Здесь, в сосновом лесу, он устанавливает телескопы и начинает систематические наблюдения марсианской поверхности.



Персиваль Ловелл (1855—1916).

Скиапарелли увидел на Марсе 113 каналов. Ловелл довел их число до 700. Отсюда, с «марсианского холма», он начал великий спор о существовании на Марсе разумной жизни.

Превосходные наблюдения Марса принесли Ловеллу и его Флагстаффской обсерватории широкую известность. Флагстафф становится центром планетных исследований. Ловелл неуклонно расширяет круг своих интересов. Он включается в поиски транснептуновой планеты, в поиски «планеты Икс».

В 1905 г. Ловелл публикует прогноз предполагаемого положения планеты Икс на небе. Он повторяет путь Адамса и Леверье: по малым остаточным уклонениям в движении Урана предвычисляет положение и вид девятой планеты Солнечной системы. Однако поиски новой планеты никак не ведут к цели. Десятки раз обнаруживает Ловелл на фотографиях перемещающиеся объекты, но каждый раз эти объекты оказываются очередными астероидами.

Трудность стоявшей перед Ловеллом задачи намного превосходит трудность открытия Нептуна. Ведь по расчетам планета Икс должна была выглядеть в 100 раз слабее Нептуна. Похожих на нее звезд, даже в сравнительно небольшой области поисков, насчитываются многие миллионы. Представьте себе огромный театральный зал, на полу которого рассыпаны в хаотическом беспорядке миллионы крохотных бусинок. А вы, забравшись на галерею, ставите себе целью найти одну из этих бусинок, очень медленно перемещающуюся среди остальных. Да, в такой ситуации очень трудно уповать на везение, на счастливую случайность.

Десять лет Персиваль Ловелл со своими помощниками неутомимо ищет в небесах новую планету. Время от времени он откладывает наблюдения и вновь принимается за вычисления, стараясь привлечь уже не только данные о движении Урана, но и накапливающиеся данные о движении Нептуна. Планета Икс должна быть обнаружена в созвездии Близнецов — Ловелл не

сомневается в этом. Энергия ученого по-прежнему неиссякаема, но здоровье его уже расшатано бессонными ночами и постоянным нервным перенапряжением.

В 1916 г. Ловелл внезапно умирает от разрыва сердца. Его хоронят, по завещанию, среди сосен на вершине Марс Хилла, у телескопов, где он наблюдал каналы Марса и охотился за планетой Икс.

Три года спустя один из ведущих астрономов Америки подтверждает расчеты Ловелла. «...Я полагаю,— заявляет он,— что планета Икс медленно пересекает созвездие Близнецов, где и будет обнаружена». На созвездие Близнецов нацеливается огромный фотографический инструмент горной обсерватории Маунт Вилсон. Однако наблюдения вновь не приносят результата. Пройдет еще 10 лет, прежде чем выяснится, что изображение сфотографированной во время этих поисков планеты Икс попало на крохотный дефект фотопластинки. Пятнышко в фотоэмульсии совпало с диском планеты. Открытие планеты Икс не состоялось.

В 1929 г. вновь включается в поиски оборудованная новым инструментом планетная обсерватория Ловелла близ Флагстаффа. На деньги брата Персиваля Ловелла здесь устанавливается первоклассный фотографический телескоп. Одновременно судьба посылает на обсерваторию еще одного усидчивого любителя астрономии. Его звали Клайд Томбо. В 1929 г. ему исполнилось 23 года. Он был сыном бедного фермера, старшим из пятерых детей. Скудные средства родителей не позволяли Клайду даже мечтать о высшем образовании. Едва он кончил школу, как должен был всецело заняться помощью отцу на ферме.

Клайд увлекся астрономией с 12 лет. Он запоем читал астрономические книжки. Денег на телескоп у него, разумеется, не было. Поэтому он стал осваивать постройку телескопа собственными руками. Это занятие поглощало все его свободное время. Он искал подручные материалы; приспособил погреб под мастерскую для шлифовки стекол. Он делал трубу для телескопа из досок, а потом пускал в ход части от старого молочного сепаратора и соломоразбрасывателя.

В конце концов Клайд Томбо научился строить неплохие телескопы. Темными безлунными ночами, не ведая усталости, он делал зарисовки Юпитера и Марса. Он набрался смелости узнать мнение о своих зарисовках настоящих астрономов, специалистов по планетам. Он отослал их во Флагстафф. Ответ был кратким и деловым. Юного Томбо приглашали на работу в обсерваторию. Отец и мать пошли навстречу заветной мечте старшего сына. Родители наскребли ему денег на билет до Флагстаффа. Денег на обратную дорогу у Клайда при себе не было.

В 1929 г. Клайд Томбо приступил к работе астронома-наблюдателя на новом фотографическом телескопе Ловелловской

обсерватории, предназначенном специально для поисков транснептуновой планеты. Трудно описать, сколь кропотливой, однообразной и тяжелой была эта работа.

Клайду Томбо поручили фотографировать звездное небо и исследовать полученные фотопластинки. Последнее и было самой монотонной, трудоемкой и утомительной частью дела.

Всю зону поисков Клайд разделил на маленькие участки. Каждый участок неба он фотографировал трижды, с перерывами в две-три ночи. На одной фотопластинке получалось у него в среднем по 160 тысяч точек — изображений звезд. И ему предстояло найти то единственное из них слабое изображение, которое за две-три ночи едва заметно сместилось относительно остальных «неподвижных» звезд.

Для поисков неуловимой планеты Икс Клайду служил прибор под названием блинк-компаратор. В прибор помещались две последовательно полученные пластинки одного и того же участка неба. С помощью перекидывающегося зеркальца наблюдатель мог видеть в микроскоп блинк-компаратора попеременно одну из двух заложенных пластинок — поочередно то левую, то правую. Он должен был добиться такого расположения пластинок в приборе, чтобы изображения одних и тех же звезд слились воедино. Тогда при перекидывании зеркальца все изображения оставались на месте. Если же какое-нибудь изображение на одной из пластинок оказывалось смещенным, то при перекидывании зеркальца блинк-компаратора оно начинало «моргать», «прыгать».

Чтобы отыскать планету Икс, Клайду Томбо необходимо было одно за другим просматривать с помощью блинк-компаратора все изображения на каждой паре пластинок. Иногда он сталкивался с дефектами фотоэмульсии. Тогда ему приходилось пускать в ход третью, контрольную фотопластинку того же участка неба.

Просматривая фотопластинки, Клайд многократно открывал движущиеся изображения, но все это были очень быстро смещающиеся объекты, и вычисления показывали, что он натолкнулся на очередной астероид.

Томбо работал по семь дней в неделю, без выходных. Днем каждый день, без исключений, он сидел за блинк-компаратором. Свободными могли случайно оказаться некоторые ночи, когда из-за плохой погоды он лишался возможности фотографировать небо. С течением времени работа становилась все более трудоемкой, поскольку в поисках планеты Икс Томбо приближался к полосе Млечного Пути. И здесь число слабых звезд стало заметно повышаться, доходя до 400 тысяч на каждой из пластинок.

В «Сказках об Италии» Максима Горького есть скупая и очень точная характеристика Колумба. Горький говорит, что Колумб — мечтатель, «который много пострадал за то, что ве-

рил, и победил потому, что верил». В таком же положении мечтателя, который верил, оказался Клайд Томбо.

Его работа длилась уже целый год. Он просмотрел с помощью блинк-компаратора миллионы звездных изображений. Сотни тысяч раз он наталкивался на «дрожания» изображений, которые вызывались преимущественно фотографическими дефектами. Но ведь каждая из этих ложных «планет» требовала дополнительной проверки на третьей пластинке. Многие смеялись над работой Клайда, считая всю затею с поисками планеты Икс пустой тратой времени. Шансы на успех казались равными нулю.

И однако Клайд обнаружил планету Икс. Сообщение об этом открытии было сделано 13 марта 1930 г., в 75-летнюю годовщину со дня рождения Персиваля Ловелла. Там же, где и новая планета, в созвездии Близнецов, 13 марта 1781 г. была случайно открыта первая из невидимых невооруженным глазом планет — планета Уран.

Сотрудники Ловелловской обсерватории назвали новую планету именем греческого бога подземного царства Плутона. Таким образом, во-первых, не нарушалась традиция в наименовании планет, во-вторых, название очень подходило для последней из известных планет и, в-третьих, первые буквы названия были инициалами организатора поисков планеты Икс основателя обсерватории Персиваля Ловелла.



Астрономические знаки планет, принятые для их сокращенных обозначений.

Орбита Плутона оказалась очень странной и вовсе не подчиняющейся правилу Боде — Тициуса. Она вытянута настолько сильно, что временами Плутон движется даже внутри орбиты Нептуна. Такое явление как раз будет наблюдаться в период с 1969 по 2009 г. Эти странные обстоятельства наводили даже кое-кого из астрономов на мысль, что Плутон — не настоящая планета, а получивший некогда самостоятельность один из спутников Нептуна.

Особенности движения Плутона со всей остротой подчеркнули важность решения центральной проблемы небесной механики — проблемы устойчивости Солнечной системы. Какова дальнейшая судьба Солнечной системы? Действитель-

но ли планеты Солнечной системы испытывают на себе лишь небольшие взаимные возмущения, оставаясь на своих местах в течение сотен миллионов и миллиардов лет, или же положения их подвержены неуклонным систематическим изменениям, так что по прошествии некоторого времени картина Солнечной системы может неузнаваемо измениться? Проблема устойчивости Солнечной системы в общем ее виде остается пока для небесной механики неразрешимой.

Прошли годы, и новые исследования по небесной механике внесли в историю открытия Плутона еще один любопытный штрих. И расчеты Персиваля Ловелла, и все последующие прогнозы положения на небе планеты Икс оказались ошибочными. Из неправильностей в движении Урана вывести орбиту планеты Икс было вообще невозможно — Плутон был обнаружен на предсказанном месте в созвездии Близнецов только благодаря счастливой случайности. Но важно, что такой счастливый случай выпадает лишь на долю тех, кто неустанно работает.

На долю Клайда Томбо действительно выпал счастливый случай. Выпал только потому, что он без устали, не щадя сил и времени искал новую планету. А если бы он не искал ее, сидел бы сложа руки, то такого счастливого случая в его жизни и не произошло бы.

После открытия Плутона Томбо получил стипендию и окончил университет. Всю последующую жизнь он посвятил систематическому обследованию звездного неба. С начала тридцатых до сороковых годов он провел у блинк-компаратора 7000 часов и просмотрел около 90 млн. изображений. Чего только он не находил во время своих поисков. Им открыты сотни новых астероидов, 1807 переменных звезд и 29 548 галактик. Не было только среди его открытий ни одной новой планеты.

Может ли существовать десятая — трансплутоновая — планета? Да, может. Но искать ее следует среди объектов слабее 16—17-й звездной величины — такой ответ дали работы Клайда Томбо. Для поисков трансплутоновой планеты требуются гораздо более крупные телескопы, чем тот, который был в распоряжении Томбо. А чем крупнее телескоп, тем меньший участок неба попадает в его поле зрения и тем более трудной становится задача систематического обзора неба. Если использовать для такой работы, например, 2,5-метровый телескоп, то на фотографирование одного только пояса зодиака понадобится 100 лет непрерывной работы в каждую безлунную ночь. Пока такая задача представляется для астрономов непосильной.

Но наука не стоит на месте. Безусловно, будут найдены новые методы поисков удаленных тел Солнечной системы, и трансплутоновые планеты — если только они вообще существуют — будут обнаружены.

Помимо 9 больших планет, их в общей сложности 32 спутников, кольца Сатурна и обилия малых планет — астероидов, в семью Солнца входят еще и «хвостатые чудовища» — кометы.

«Комета» — слово греческое, в переводе на русский язык значит «волосатая». Люди обратили внимание на кометы уже в незапамятные времена. Да и как было не заметить зрелища столь редкостного и ужасающего, пострашнее любого солнечного затмения: восходит в ночи неведомое туманное светило, вечер от вечера оно неудержимо разгорается, разбухает и в конце концов может блистать настолько ярко, что затмевает даже царицу ночи Луну. А из недр незваной гостьи вырывается наружу и охватывает небосвод бледный косматый хвост! Тут есть на что посмотреть и над чем подумать.

По сравнению с остальными, упорядоченно расположенными членами Солнечной системы, даже по сравнению с астероидами, многие кометы кажутся, можно сказать, «беспризорными».

Орбиты комет выделяются среди орбит других известных небесных тел. В большинстве случаев они представляют собой очень сильно вытянутые эллипсы. Ближайшие к Солнцу точки кометных орбит чаще всего лежат внутри орбиты Меркурия. А на обратном пути, удаляясь от Солнца, кометы обычно выходят далеко за орбиту Сатурна.

Эллипс, хотя бы и сильно вытянутый,— это замкнутая кривая. Кометы, движущиеся по эллипсам, уходят от Солнца, но рано или поздно вновь возвращаются. Однако существуют и такие кометы, которые движутся по незамкнутым кривым: параболам или гиперболам. Никто до сих пор с уверенностью не знает, откуда они приходят. Неожиданно появившись, стремглав проносятся они мимо Солнца и вновь скрываются с глаз земных наблюдателей, навечно покидая пределы Солнечной системы.

В течение тысячелетий вообще все кометы — а древние вавилоняне, индусы, египтяне, китайцы, греческие хронисты и русские летописцы до изобретения телескопа оставили нам память о появлениях примерно 400 комет — относили именно к разряду такого рода пришельцев: неизвестно было, откуда они приходят, неизвестно — куда исчезают. Только Эдмунд Галлей, известный нам близкий друг Ньютона, в конце XVII в. впервые высказал догадку о периодическом возвращении к Солнцу одной и той же кометы.

Сам Галлей наблюдал эту комету в 1682 г. Переворошив тома старинных хроник и рукописей, Галлей собрал воедино сведения о наблюдениях всех ярких комет за предшествующие 350 лет. При сравнении особенностей появления комет в прежние годы у него окрепла уверенность, что виденную им самим

комету до него наблюдали уже дважды. Она возвращается к Солнцу примерно через каждые 76 лет.

Галлей предсказал очередное появление этой кометы где-то около 1758 г., и она — впоследствии ее справедливо назвали кометой Галлея — действительно засияла на небосводе в назначенный срок. Незадолго до ожидаемого возвращения кометы Галлея группа французских математиков занималась предвычислением точной даты прохождения ее вблизи Солнца. В эту группу входила обаятельная госпожа Лепот — жена известного парижского механика. Она изучала естественные науки, много занималась философией и математикой.

Вычисления, предпринятые французскими учеными, основывались на ньютоновом законе всемирного тяготения. И результаты вычислений оправдались с блеском — комета, как хороший поезд, двигалась без нарушения «графика», в точности по составленному для нее «расписанию». То было очередной значительной победой закона всемирного тяготения.

Через несколько лет вернулся во Францию после несостоявшихся наблюдений прохождений Венеры по диску Солнца академик Лежантиль. Он вывез с собой из Индии скромный цветок, который тогда еще не был известен в Европе. Цветок этот решили назвать в честь госпожи Лепот — достойной дочери «века просвещения». Госпожу Лепот звали Гортензией.

За истекшие столетия астрономы наблюдали огромное количество комет. Как и обычно, попадались среди них яркие, бросающиеся в глаза. Но с помощью телескопов удавалось по большей части замечать слабые, так называемые телескопические кометы, которые так никогда и не становились видимыми невооруженным глазом.

Астрономы в шутку называют кометы «видимой пустотой». Хотя земным наблюдателям они и кажутся иногда чудовищно громадными, массивными телами, на самом деле массы их исчезающе малы.

Уходя далеко от Солнца, кометы попадают в зоны низких температур, где даже газы сжижаются и затвердевают. Тело кометы — это смерзшиеся обломки камней, частицы вещества, лед, молекулы газов. Когда комета, двигаясь по своей сильно вытянутой орбите, начинает приближаться к Солнцу, составляющие ее вещества частично испаряются. Голова кометы — ядро — за счет этого расширяется и может превзойти по размерам даже Солнце. А за головой кометы вырастает длиннейший хвост, направленный всегда строго от Солнца. Таким образом, когда комета, обогнув Солнце, отправляется в обратный путь, она как бы пятится хвостом вперед.

Длина кометных хвостов в иных случаях в несколько раз превышает расстояние от Земли до Солнца. Но хвосты комет настолько разрежены, «пусты», что через них можно наблю-

дать все звезды. Когда комета оказывается между Землей и Солнцем, то на диске Солнца не заметно ни малейшего потемнения.

Огромный вклад в исследование комет внес выдающийся русский астроном, в будущем директор Пулковской обсерватории Ф. А. Бредихин. Во второй половине XIX в. он дал подробную классификацию кометных хвостов и указал на причины, по которым они возникают. Идеи Бредихина нашли подтверждение в тончайших по технике исполнения опытах П. Н. Лебедева, замечательного русского физика, который впервые экспериментально обнаружил давление света.

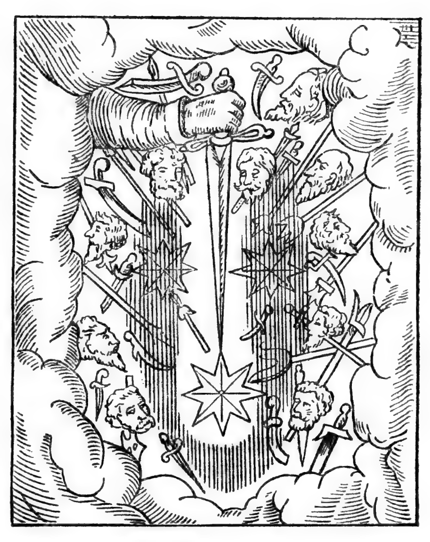
Оказалось, что свет обладает свойством чисто механически давить на всякую поверхность, точно так же как давит на любой предмет порыв ветра. Именно давление света могло привести в свое время к выметанию легких частиц из близких к Солнцу областей протопланетного облака. Именно давление света наряду с некоторыми другими факторами и формирует «невесомые» кометные хвосты, заставляя их всегда располагаться в противоположном от Солнца направлении.

Яркая комета — одно из красивейших небесных явлений. Ни летописцы, ни астрологи, ни писатели никогда не упускали случая дать описание этого на редкость своеобразного зрелища. Оно заставляет вспомнить о разнообразии



и величественности окружающего нас мира, наводит на размышления.

В «Войне и мире» Льва Толстого Пьер Безухов едет по темной полуночной Москве и рассматривает комету накануне Отечественной войны 1812 г.



Комета 1527 г. по представлениям современников.

«...При въезде на Арбатскую площадь огромное пространство звездного неба открылось глазам Пьера. Почти в середине этого неба над Пречистенским бульваром, окруженная, обсыпанная со всех сторон звездами... стояла огромная яркая комета... Пьер радостно, мокрыми от слез глазами, смотрел на эту светлую звезду, которая как будто, с невыразимою быстротой пролетев неизмеримые пространства по параболической линии, вдруг, как вонзившаяся стрела в землю, влепилась тут в одно избранное ею место на черном небе и остановилась, энергично подняв кверху хвост, светясь и играя своим белым светом между бесчисленными другими мерцающими звездами...»

Это была знаменитая комета 1812 г., «которая предвещала, как говорили, всякие ужасы и конец света».

Вид огромных кометных хвостов действительно издавна внушал людям суеверный трепет. В кометах видели «вестников божьего гнева», грозные небесные знамения, которые предрекают отдельным людям и целым народам нашествия врагов, моровые поветрия, кровавые междоусобицы, неурожаи, пожары, наводнения и всяческие другие несчастья.

Воображение людей рисовало на месте комет удручающие сцены. «...Сотни людей видели ее,— повествует французский очевидец кометы 1527 г.,— и всем она казалась кровавого цвета и длинной. На вершине ее различали согнутую руку, держащую тяжелый меч и как бы стремящуюся им поразить... По обеим сторонам от лучей кометы видели множество секир, кинжалов и окровавленных шпаг, среди которых множество отрубленных голов со взъерошенными волосами и бородами...»

С очередным возвращением кометы Галлея в 1910 г. русское духовенство в городе Самаре (теперь Куйбышев) раздавало особое заклинание: «...Ты черт, сатана... Не притворяйся звездой небесной. Не обмануть тебе православных, не спрятать хвостища богомерзкого, ибо нет хвоста у звезд господних... Свирепая, зме-

ища лютая, хвостища поганая... Обмокни хвост в реку огненную, да почернеет он, да опалится он, да изжарится...»

Уже в XIX в. вера в «дурное влияние» комет начала ослабевать. Но даже ученых еще несколько пугала мысль о последствиях возможного столкновения Земли с хвостом кометы. Из-за чрезвычайной разреженности вещества в хвосте кометы такое столкновение, однако, опасности не представляет.

В 1910 г., когда самарское духовенство проклинало богомерзкий хвостище, в ночь с 18 на 19 мая Земля прошла через хвост кометы Галлея. Если бы астрономы не предупредили об этом, то, наверное, никто бы ничего и не заметил.

С 1908 г. ведется обсуждение происхождения «тунгусского чуда». В районе реки Подкаменной Тунгуски упало небесное тело, взрывная волна от которого была отмечена многими сейсмическими станциями мира. На месте происшествия на десятки километров в округе лес оказался поваленным и обожженным. По современным представлениям, «тунгусское чудо» — врезавшееся в Землю ядро кометы. Никаких пагубных последствий для жизни на нашей планете от этого не произошло.

Теперь астрономы в подавляющем большинстве случаев уверенно предсказывают появление старых, уже наблюдавшихся ранее комет. Они теряют их только тогда, когда кометы распадаются на части и становятся невидимыми. Так бывало уже много раз: кометы рассыпались на части даже на глазах земных наблюдателей.

Кометы — хрупкие, недолговечные светила. «Смерть» их заключается в очень медленном, постепенном рассеивании вещества по всей орбите. Плотность такого роя вещества становится настолько ничтожной, что он уже не светится в солнечных лучах.

Кометы — еще в большей степени, чем астероиды,— могут помочь раскрыть тайну происхождения Солнечной системы. Почему возникли и блуждают среди планет эти призрачные великаны? Что это — остатки протопланетного вещества? Или встреченные и притянутые Солнцем межзвездные образования? Некоторым из них, движущимся по незамкнутым кривым, удается преодолеть солнечное тяготение и уйти обратно в межзвездное пространство, другие переходят на эллиптические орбиты и оказываются в числе постоянных членов Солнечной системы — так ли это? Не станем гадать, астрономам еще предстоит здесь сказать свое веское слово.

КОСМИЧЕСКАЯ ЭРА

«От живого созерцания к абстрактному мышлению *и от него к практике* — таков диалектический путь познания *истины*, познания объективной реальности» [1] — в этом высказывании

[1] В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 152—153.

В. И. Ленина предельно четко сформулирован тот метод, с помощью которого материалистическая наука расширяет представления человека об окружающем мире.

Галактика, Солнце, планеты, Земля, океаны, материки, горы, леса, животные существуют вне зависимости от желания или нежелания отдельных людей, вне зависимости от степени наших знаний об их особенностях. Они находились бы на своих местах, даже если бы какие-нибудь Петя, Ваня или Маша вовсе ничего не слышали об их существовании. А это значит, что они существуют помимо сознания людей — существуют объективно.

Звезды и планеты, свет и поле тяготения Земли, вся Природа и созданные человеком предметы, взаимодействуя и сосуществуя, дают знать о себе во множестве процессов и явлений. Наблюдая такие процессы и явления, ученый вправе делать умозаключения о породивших их причинах, обобщать единичные разрозненные факты в научную теорию. Так, от живого созерцания он переходит к установлению законов Природы, к абстрактному мышлению.

Абстрактное мышление не может существовать вне живых людей. Оно есть результат умственной деятельности того или иного ученого, оно неотъемлемо от сознания человека, стало быть, оно субъективно и может быть ошибочным.

Действительно, научная теория, даже распространенная и живущая долго, может оказаться в конечном счете совершенно ошибочной. Разве не искали химики XVII и XVIII вв. летучего, невесомого, невидимого и горючего вещества флогистона? Поиски были тщетны, а вся теория флогистона от начала до конца надуманной.

Истинность научной теории может быть доказана только подтверждением всех ее положений и всех вытекающих из нее следствий в ходе дальнейших поисков, в результате поставленных в соответствии с этой теорией специальных экспериментов. Только такое испытание теории на практике и позволяет судить о ее правильности.

Проверяя полученные из теории следствия с помощью нового эксперимента, ученый обращается с вопросом к Природе: «Я подозреваю, что эта теория верна. Верна ли она?» Если следствие ясно опровергается, то теория не может быть верна. Если же следствие подтверждается, то уверенность в правильности теории возрастает, но теория не становится от этого абсолютно доказанной. Могут быть выведены следствия и поставлены новые эксперименты, которые в дальнейшем эту теорию опровергнут.

Наблюдения и эксперимент — самое действенное оружие из арсенала естествоиспытателя. Разница между наблюдениями и экспериментом как основой и критерием всякой теории, разумеется, довольно условна. Во многих отношениях наблюдения граничат с экспериментом и составляют вместе с ним две стороны одной медали.

Физик-экспериментатор, день изо дня повторяющий облучение вещества на ядерном ускорителе в варьирующихся условиях, должен уделить внимание сбору всесторонних наблюдательных данных. Хотя в целом, нет сомнения, современная физика служит лучшим примером науки, в которой решающее слово принадлежит эксперименту.

Астроном-наблюдатель, стремящийся как можно детальнее исследовать спектр звезды, вполне подобен экспериментатору. Он экспериментирует с лучом света, частицей далеких звездных миров. Что касается астрономии в целом, то она оставалась и остается наукой, главным образом, наблюдательной.

Огромная роль всеобъемлющих систематических наблюдений составляет основную и наиболее своеобразную черту астрономии. Эта черта до сих пор обеспечивает астрономии особое место среди физики, химии и других естественных наук.

Как правило, астроном не имеет возможности воспроизвести в лаборатории специфические условия, характерные для недр планет, звезд и межзвездной среды. Астроном не питает пока никаких иллюзий относительно создания по его «заказу» новых звезд, либо даже, на худой конец, хоть какой-нибудь переделки старых. Ему не приходится надеяться на прослеживание длящейся миллиарды лет естественной эволюции небесных объектов.

Астроном — тщательный наблюдатель, накапливающий фактический материал, по крупицам расширяющий представления об окружающей Вселенной, отыскивающий еще не известные пути в глубины «холодного озера звезд». Он же летописец и комментатор небесных событий, каждую минуту готовый откликнуться на редкие, непредвиденные явления, которые могут стать отправной точкой новых исканий. Изо дня в день, из года в год, из века в век выполняются астрономические наблюдения. Они требуют мастерства, безграничной преданности науке, самоотверженности.

Астрономические теории в большинстве случаев не могут быть быстро проверены с помощью эксперимента. И астрономам приходится ждать иногда годами, иногда столетиями новых подходящих случаев, новых природных явлений, новых наблюдательных фактов, которые в силах пролить дополнительный свет на их теоретические положения. Как сказал известный русский астроном В. К. Цераский, астрономия «живет прошлым, но работает для будущего».

Такое положение стало меняться только с наступлением космической эры. Год от года космонавтика развивалась, и в связи с ее успехами отдельные области астрономии, и в первую очередь планетология, стали превращаться из наук наблюдательных в науки, имеющие возможность проверить свои выводы прямым экспериментом.

И мы по праву горды тем, что огромный вклад в развитие исследований Луны и планет космическими средствами, в становление космонавтики внесла наша страна, внесло несколько поколений замечательных русских и советских ученых.

РАКЕТЫ СТРОЯТ В СССР

Покинуть поверхность Земли и подняться в небо мечтали еще древние греки. До наших дней сохранился миф об Икаре, который построил себе крылья, слепленные воском. Икар поднялся к Солнцу, но воск растаял, и храбрец упал в море. От мифов до научных проектов прошли века.

Яркую страницу в историю отечественной науки вписал Н. И. Кибальчич. Находясь в Петропавловской крепости, приговоренный к смерти, бесстрашный революционер и талантливый изобретатель Н. И. Кибальчич описывает первую в мире «предварительную конструкцию ракетного самолета».

На пороге XX в. дорогу в космос указал ученый-мечтатель К. Э. Циолковский. Величайший подвиг К. Э. Циолковского состоит в том, что он сумел победить на своем пути все жизненные преграды. Ученый получал лишь скудную поддержку от царского правительства. Но, несмотря ни на что, живя в захолустном губернском городе Калуге, он упорно работал. В то время когда первые аэропланы еще с трудом отрывались от Земли, Циолковский разработал теорию реактивного движения — основу современной ракетно-космической техники.

Циолковский работал над идеей «ракетных поездов» — соединенных вместе одна за другой нескольких ракет. Весь «поезд» двигает вперед последняя из них, которая после сгорания топлива отбрасывается. Такие ракеты называют многоступенчатыми. Циолковский вывел многие формулы, которыми постоянно пользуются теперь строители ракет.

Циолковский знал, что его мечта о космических полетах станет явью, и он верил, что «первенство будет принадлежать Советскому Союзу».

Теоретические основы космонавтики закладывались трудами ряда выдающихся русских и зарубежных ученых. Большинство из них работали в области авиации, и они предвидели, что ракете со временем предстоит прийти на смену аэроплану.

В 1882 г. «отец русской авиации» Н. Е. Жуковский опубликовал работу «О реакции вытекающей и втекающей жидкости», где вывел формулу для определения реакции жидкой струи.

Пятнадцатью годами позже петербургский ученый, вскоре профессор университета, И. В. Мещерский выпустил труд «Динамика точки переменной массы». Полученное в этом исследовании уравнение до сих пор является исходным для определения тяги ракетного двигателя.



К. Э. Циолковский (1857—1935).

К 1903 г. относится издание первой части знаменитой работы Циолковского «Исследование мировых пространств реактивными приборами». В этом сочинении дана стройная теория ракетного движения и доказано, что именно ракета явится средством грядущих межпланетных полетов. Циолковский на десятилетия вперед предвосхитил дальнейший ход развития научной мысли. Его работа стимулировала более глубокое изучение этой проблемы как в России, так и за рубежом.

Уже после Октября большую роль в развитии теории и практики ракетостроения сыграли Ф. А. Цандер, Ю. В. Кондратюк, ученик и соратник Жуковского профессор В. П. Ветчинкин и др.

Фридрих Артурович Цандер, уроженец Латвии, выпускник Рижского политехнического института, много и успешно занимался теорией межпланетных полетов с минимальным расходом топлива. Он рассчитывал удобные сроки отправления космических кораблей, время пребывания их в пути, возможные моменты коррекции траекторий. Он плодотворно работал и в качестве конструктора.

Юрий Васильевич Кондратюк был одним из теоретиков космонавтики. Можно лишь поражаться широте и глубине взглядов этого ученого-самоучки, который, не имея даже высшего образования, сумел внести заметный вклад в теорию космоплавания.

Кондратюк занимался проблемами энергетики космических кораблей, теорией многоступенчатых ракет, вопросами создания межпланетных заправочных баз в виде искусственных спутников планет и многими другими.

В 1929 г. на собственный счет Кондратюк опубликовал в Новосибирске небольшую книжечку «Завоевание межпланетных пространств». Эта книжечка — постановка задачи, как бы тезисное изложение тех проблем, которые предстоит решить для полета в космос.

Ю. В. Кондратюк ушел добровольцем на фронт Великой Отечественной войны и погиб в 1942 г.

В молодой Советской республике прочно вставала на ноги авиационная промышленность. Во многих высших учебных заведениях страны готовились кадры квалифицированных авиационных инженеров. Некоторые из них начинают увлекаться проблемами реактивного движения. Интересуют эти проблемы и инженеров-артиллеристов. В стране появляются первые специализированные лаборатории.

С 1927 г. работала в Ленинграде созданная Н. И. Тихомировым Газодинамическая лаборатория, сокращенно ГДЛ. В ней заложены были основы конструирования реактивных снарядов на твердом топливе.



Ф. А. Цандер (1887—1933).

Вскоре в Москве и Ленинграде при Осоавиахиме создаются группы по изучению реактивного движения — МосГИРД и ЛенГИРД. Несколько позже такие же группы были созданы в Харькове, Баку и других городах. Это были группы инженеров-энтузиастов, занимающихся проблемами реактивного движения, созданием первых образцов ракет на жидком топливе. Первым руководителем МосГИРДа был Ф. А. Цандер.

В первой половине 1932 г. Центральный Совет Осоавиахима учредил в Москве ГИРД — научно-исследовательскую и опытно-конструкторскую организацию с так необходимым ей производственным помещением.

17 августа 1933 г. на полигоне в Нахабине под Москвой гирдовцы провели запуск первой советской ракеты на жидком топливе.

В сентябре того же года решением Реввоенсовета СССР, подписанным начальником вооружений РККА М. Н. Тухачевским, на базе ГДЛ и ГИРД в Москве был организован Реактивный научно-исследовательский институт (РНИИ).

Так работы по созданию ракетной техники приобретают в СССР общегосударственный размах. В РНИИ разрабатываются многие типы реактивных снарядов, которые идут на вооружение Красной Армии. В РНИИ создается самое грозное оружие времен Отечественной войны — знаменитая гвардейская «катюша».

Проблемами ракетостроения и межпланетных полетов занимаются и за рубежом. С 1907 г. начинает работать в этой области американец Р. Годдард.

Начав с пороховых ракет, он в двадцатые годы перешел на жидкое топливо. Его ракеты были еще очень малы и летали всего на несколько десятков метров, но это были первые в мире образцы жидкостных ракет. Теорией реактивного полета занимаются в Германии — Г. Оберт, М. Валье, во Франции — Р. Эно-Пельтри.

Растущим интересом к проблемам ракетостроения и покорения межпланетных просторов навеян известный роман Алексея Толстого «Аэлита».

Страстным поборником идеи межпланетных полетов был Я. И. Перельман, автор выдержавших многие десятки изданий «Занимательной алгебры», «Занимательной геометрии», «Занимательной астрономии», «Занимательной механики» и многих других.

Еще в 1915 г. Я. И. Перельман написал книгу «Межпланетные путешествия (Основы ракетного летания и звездоплавания)», которая тоже выходила несколькими изданиями.

В предисловии к одному из изданий К. Э. Циолковский писал, что «это сочинение явилось первой в мире серьезной, хотя и вполне общепонятной книгой, рассматривающей проблему межпланетных путешествий и распространяющей правильные сведения о космической ракете».

К тому новому поколению авиационных инженеров, которые пришли в ракетостроение, принеся туда и свой молодой задор, и богатый опыт авиаконструкторов, принадлежал С. П. Королев.

Сережа Королев родился в тихом украинском городе Житомире 12 января 1907 г. по новому стилю. Детство и юность Сережи прошли на Украине: в Житомире, Киеве, Нежине, Одессе. Самым близким для него в жизни человеком была мать — вскоре после рождения Сережи семья распалась, и отца своего Сережа помнить не мог. Но у него сложились хорошие, дружеские отношения с отчимом.

Тяжелые годы иностранной интервенции и гражданской войны Сережа пережил в Одессе. Именно в эти годы сложился его изумительно целеустремленный, волевой, бескомпромиссный характер. Он понял, что жизнь и целого народа, и отдельного человека определяет ведущая их мечта. И эта мечта никогда никому не плывет сама в руки, за нее надо сражаться, проливать кровь, биться,— только в борьбе и народ, и каждый человек могут обрести свое подлинное счастье, воплотить ведущую их мечту в жизнь.

С. Королеву не пришлось идти в жизнь проторенной дорогой ученого — школа, университет, преподавание. Все было совсем не так. В 1923 г. он поступает в одесскую строительную профессиональную школу. Там он получает среднее образование вместе с профессией строителя-черепичника. Одновременно в нем загорается мечта о крыльях, о полетах. Сергей осваивает искусство парения на планере, сам конструирует планеры.

После окончания стройпрофшколы Сергей Королев в 1924 г. поступает в Киевский политехнический институт на аэромеханическое отделение. В связи с закрытием этого отделения его переводят в 1926 г. на аэромеханический факультет Московского высшего технического училища.

Все годы учебы Сергей Королев жил на собственный заработок. В Киеве он работал столяром, а также разносчиком газет.

И в Москве учился, постоянно совмещая учебу с работой в конструкторском бюро.

Преддипломную производственную практику студент Королев проходил в конструкторском бюро Генерального конструктора А. Н. Туполева, автора к тому времени уже известных всему миру АНТов.

Вместе с окончанием МВТУ Сергей успешно оканчивает Московскую школу летчиков.

Теперь Королев может не только строить крылатые машины, но и сам летать на них.

С 1929 г. после знакомства с К. Э. Циолковским и его работами Сергея Королева целиком поглощает идея межпланетных полетов. Он по-прежнему работает как авиаконструктор. Созданные конструктором новые планеры с инициалами СК отлично показывают себя на Всесоюзных планерных соревнованиях 1929 и 1930 гг. в Крыму, в Коктебеле. Но мысли Сергея заняты уже совсем иным.

Инженер Королев становится активным сотрудником МосГИРДа, а позднее получает назначение начальником ГИРДа. После образования РНИИ Королев начинает работать в этом новом институте.

И вновь мы возвращаемся к мысли, которую так хорошо осознал молодой Сергей Королев. Если тобой руководит мечта, то надо делом доказать свои возможности, чтобы эту мечту поняли, признали и поддержали все окружающие. Надо *делать*, а не только говорить о деле.

С. П. Королев верил в полет человека на аппарате с реактивным двигателем, он хотел строить такой аппарат и воспользовался своим правом построить планер для очередных Всесоюзных соревнований. Странный это был планер, получивший порядковый номер СК-9,— двухместный, весь вроде бы какой-то излишне тяжелый, неуклюжий. И на соревнованиях он чуть не занял последнего места. Велико было недоумение коллег Королева.

После соревнований планер, естественно, поступил в распоряжение его конструктора. И секрет открылся быстро. Вместо второго сидения хорошо вписался реактивный двигатель, и незадачливый планер СК-9 превратился в прекрасный ракетоплан. В феврале 1940 г. летчик Владимир Федоров совершил первый в СССР полет на ракетоплане РП-318 конструкции С. П. Королева.

Пример с созданием планера СК-9 исключительно характерен для биографии Королева. Его отличала предельная ясность в постановке цели и редкое умение, преодолев все препоны, на деле достигнуть поставленной цели.

Эти черты характера Королева очень помогли ему и в жизни, и в работе, особенно в небывало трудных условиях во время Великой Отечественной войны.

Известный летчик-испытатель М. Галлай в книге «Испытано в небе» вспоминает о мимолетной встрече, относящейся к этим суровым военным годам. На одном из полевых аэродромов он неожиданно увидел своего знакомого, «плотного, среднего роста человека, одетого в несколько странный, особенно для летнего времени костюм: куртку и брюки из какого-то черного подкладочного сатина».

«...Я видел перед собой другое,— пишет Галлай,— еще одну (сколько их?) форму проявления несгибаемого человеческого мужества. Сквозь сугубо прозаические слова — о тягах, расходах, количествах повторных включений — передо мной в полный рост вставал внутренний облик человека, творчески нацеленного на всю жизнь в одном определенном направлении. В этом направлении он и шел. Шел вопреки любым препятствиям и с демонстративным пренебрежением (по крайней мере внешним) ко всем невзгодам...»

Таким же ЭС ПЭ, как его впоследствии всегда дружески за глаза называли товарищи по работе, оставался до самой смерти — «энергичный и дальновидный, умный и нетерпимый, резкий и восприимчивый, вспыльчивый и отходчивый. Большой человек с большим, сложным, противоречивым, нестандартным характером...».

После окончания войны, в 1947 г. Королев становится во главе большого коллектива и работает над созданием мощных межконтинентальных ракет и постоянно видит конечную цель своего труда — полет в космос.

4 октября 1957 г. в СССР был запущен первый в мире искусственный спутник Земли. По решению Международной Астронавтической Федерации этот день официально провозглашен началом космической эры.

ПУТЕШЕСТВИЯ ЗА ОТКРЫТИЯМИ

Мальчишка может закинуть камень за два-три десятка метров. Чем энергичнее швырнуть камень, тем дальше он улетит. Богатыри, герои народных былин, кидали будто бы камни за облака.

Ружейная пуля после вылета из ствола находится в свободном полете и ведет себя так же, как брошенный камень. Она летит многие сотни метров. Еще дальше летит снаряд.

Если скорость снаряда в начале пути окажется равной 7,9 *км/сек,* то он полетит так «далеко», что уже не сможет упасть обратно на Землю. Снаряд начнет вращаться вокруг Земли — станет ее искусственным спутником. Такую возможность предусмотрел уже творец закона всемирного тяготения великий физик Ньютон.

Скорость 7,9 *км/сек* называют первой космической скоростью. Чтобы преодолеть тяготение Земли и отправиться

к другим планетам, скорость летательного аппарата должна быть не меньше второй космической — 11,2 *км/сек.* А чтобы покинуть пределы Солнечной системы и отправиться к звездам, требуется развить третью космическую скорость — 16,6 *км/сек.*

1957 и 1958 гг. стали годами штурма первой космической скорости, годами искусственных спутников Земли. Первый в мире советский спутник символически салютовал светлой памяти К. Э. Циолковского.

Спутник был запущен через полмесяца после того, как торжественно отмечалось столетие со дня рождения этого замечательного русского ученого.

Выведенный на орбиту в период Международного Геофизического Года, первый советский спутник активно способствовал плодотворному изучению особенностей околоземного космического пространства.

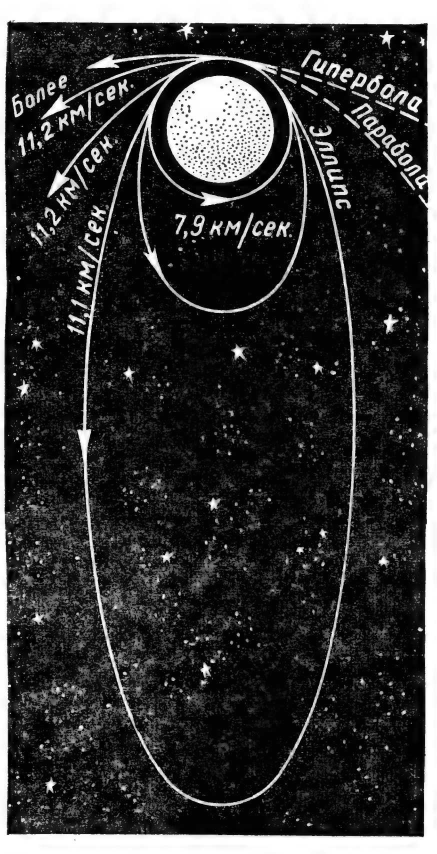
Месяцем позже в СССР был успешно запущен второй искусственный спутник Земли, в котором отправилась в полет собака Лайка.

На исходе января 1958 г. к двум советским спутникам присоединился первый американский ИСЗ «Эксплоурер-1».

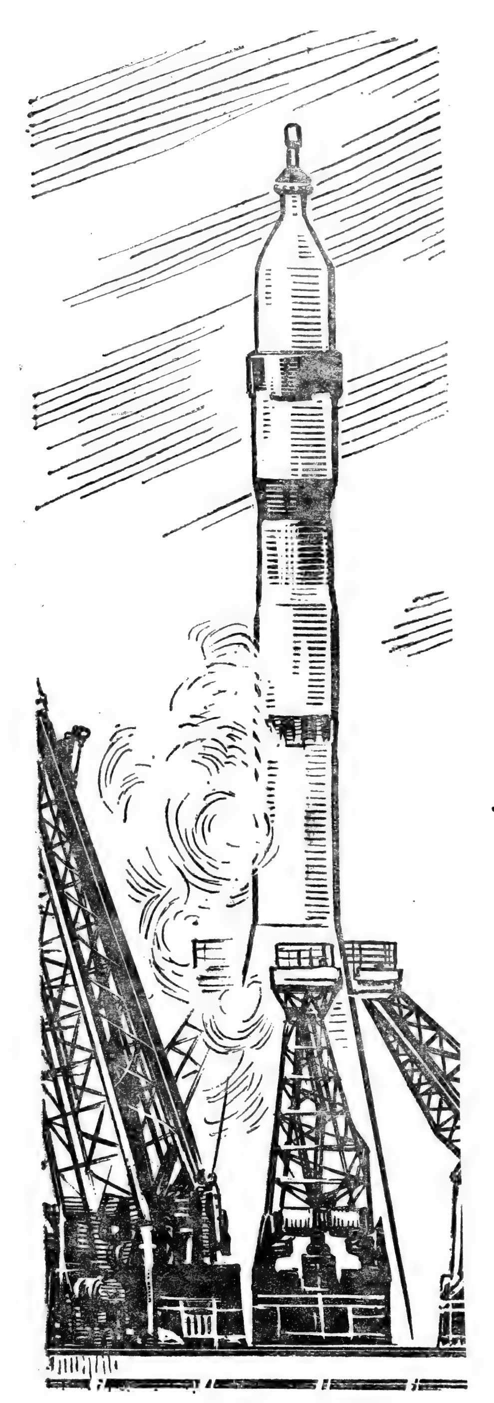
Первые же искусственные спутники Земли позволили открыть так называемый радиационный пояс Земли. Магнитное поле Земли служит как бы гигантской магнитной ловушкой.

Электрически заряженные частицы, летящие от Солнца, магнитным полем захватываются и удерживаются. В связи с этим вокруг Земли расположено несколько чередующихся областей, обильно насыщенных заряженными частицами. Это и есть радиационный пояс. Его изучение непрерывно продолжается в процессе полетов многочисленных автоматических космических аппаратов.

Наблюдения за движением искусственных спутников Земли



Характер траектории космических аппаратов зависит от приданной им начальной скорости.



позволили существенно расширить и уточнить представления о фигуре и размерах Земли. Эти проблемы стали предметом новой области науки, получившей название спутниковой геодезии.

В 1959 г. начался штурм второй космической скорости. Запущенная 2 января 1959 г. советская автоматическая станция «Луна-1» стала первой искусственной планетой Солнечной системы.

Одновременно продолжалась упорная и кропотливая подготовка к первому в истории Земли полету человека. 12 апреля 1961 г. в кабину космического корабля «Восток» поднялся тот, кому первому в мире предстояло шагнуть в неизведанную бездну космического пространства, гражданин СССР, майор Военно-Воздушных Сил СССР Юрий Алексеевич Гагарин.

Последние подготовительные команды перед стартом. Подъем! Окутанная столбами пламени, дрогнула и, медленно набирая скорость, пошла ввысь гигантская ракета.

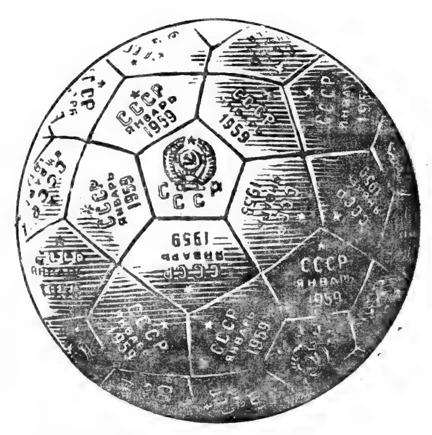
— Поехали! — раздался по радио возбужденный голос Юрия Гагарина.— Самочувствие хорошее. Чувствую перегрузки. Все нормально. Прием.

Теперь день 12 апреля каждый год отмечается в нашей стране как День Космонавтики.

Старт космической ракеты.

Такими были первые страницы летописи космического века. Советский Союз открыл человечеству путь для мирного исследования и освоения космического пространства.

Полеты пилотируемых космических кораблей, спутников и автоматических межпланетных станций давали в руки ученых невиданное ранее количество новых сведений о космических окрестностях нашей планеты. Каждый новый полет становился в подлинном смысле «путешествием за открытиями».



Первый советский вымпел на Луне.

Главное место среди иных небесных тел, к которым устремились первые межпланетные космические аппараты, занимала, конечно, небесная соседка Земли, ее вечная спутница Луна.

Вслед за «Луной-1», в сентябре 1959 г., советская автоматическая станция «Луна-2» доставила на Луну советский вымпел. С инженерной точки зрения это означало, что советские ученые впервые в мире реализовали траекторию попадания в Луну. Но выдающееся значение полета «Луны-2» этим не ограничивалось. Первый перелет Земля — Луна ознаменовал конец длившейся миллиарды лет разобщенности этих двух небесных тел. Вымпел, сделанный руками землян, руками советских людей, стал символом неограниченных возможностей человеческого гения, символом гигантских возможностей советской науки.

Приборы «Луны-2» передали на Землю сведения о магнитном поле Луны. Было показано, что напряженность его весьма и весьма невелика.

А еще месяцем позже «Луна-3», совершив облет Луны, впервые сфотографировала обратную, никогда не видимую с Земли сторону Луны. Это были первые телефотографии, переданные из космического пространства.

По предложению советских астрономов Международный Астрономический Союз поместил на первую карту обратной стороны Луны 18 названий вновь открытых образований. Появились на Луне Море Москвы, кратеры Герц, Курчатов, Ломоносов, Максвелл, Менделеев, Пастер, Попов, Склодовская-Кюри, Циолковский и другие.

Фотографирование обратной стороны Луны было завершено в 1965 г. другой советской автоматической станцией — «Зонд-3».

Обратная сторона Луны оказалась, конечно, во многом подобной видимой. Там в изобилии обнаружились кратеры, имею-

щие обычные для Луны формы: кратеры с центральными горками, кратеры, окаймленные венцами лучевых систем, большие и малые кратеры, налагающиеся один на другой. Но подлинной сенсацией явилось то, что в крупных деталях поверхности обратная сторона Луны оказалась заметно отличающейся от видимой.

Мы уже знаем, что наиболее характерными, бросающимися в глаза крупными образованиями на видимой стороне Луны являются так называемые моря — темные, залитые лавой равнины. Обратная же сторона Луны оказалась совсем бедной такими «морскими» территориями. Но зато там обнаружились иные крупные формы рельефа, промежуточные между ровными темными морями и светлыми, иссеченными неровностями материками.

Группа советских ученых, работавших над расшифровкой лунных фотографий, предложила называть эти формы рельефа т а л а с с о и д а м и — мореподобными образованиями.

Талассоиды — это обширные, поперечниками в 500 и более километров впадины, и в этом отношении они, очевидно, вполне сродни лунным морям. Однако дно талассоидов не такое же ровное, как у морей, а гораздо более всхолмленное, усеянное кратерами и имеет светлую окраску, т. е. почти не отличается от структуры материков.

В связи с этим открытием возникло предположение, что образование гигантских круглых впадин на лунной поверхности порождено одними и теми же причинами, возможно, даже какой-то одной единственной общей причиной. Однако в ходе дальнейшей истории Луны судьбы круглых впадин на видимой и обратной сторонах оказались разными. Впадины видимой стороны заливались лавой и превращались в моря. А впадины обратной стороны оставались в своем первозданном виде.

В чем причина огромных по площади излияний лавы на видимой стороне? Ответить на этот вопрос сколько-нибудь уверенно мы пока не можем. И причины здесь ищут самые различные.

Одни исследователи обращают, например, внимание на то, что на обратной стороне Луны, поскольку там вообще не бывает видно Земли, никогда не бывает затмений. На видимой же стороне Луны затмения наблюдаются — диск Земли время от времени загораживает диск Солнца. С Земли мы в этот момент наблюдаем лунное затмение, а для человека, находящегося на поверхности Луны, такое явление будет выглядеть затмением Солнца.

В процессе солнечного затмения на Луне происходят резкие колебания температуры. Температура той точки поверхности, где Солнце для наблюдателя находится над головой, достигает +110° С. В ходе затмения температура успевает упасть почти до −100° С, а после выхода Луны из тени Земли менее чем за

час температура вновь подскакивает сразу едва ли не на 200° С. Считается, что такие перепады температур достаточны для разрушения горных пород.

На обратной стороне Луны таких резких, краткосрочных перепадов температур не бывает. Не кроется ли в них какая-нибудь причина, которая приводит к излияниям лавы на огромных площадях?

Другие исследователи склонны искать причину в «однобоком» гравитационном воздействии Земли.

За счет того что видимая сторона Луны всегда находится чуть ближе к центру Земли, чем обратная, сила притяжения Земли на видимой стороне тоже сказывается чуть-чуть сильнее, чем на обратной. Сама по себе эта разница ничтожно мала, но мы уже имели возможность познакомиться с принципом «спускового крючка».

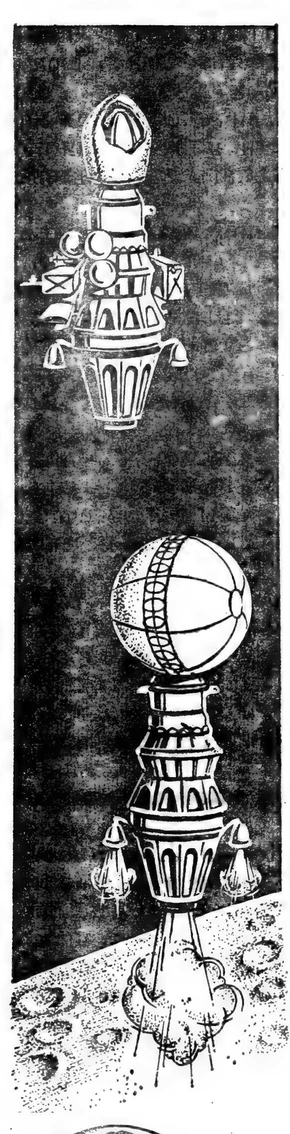
Не служит ли крошечная разница в величине силы притяжения Земли тем самым «спусковым крючком», который приводит в действие гораздо более значительные силы и в конечном счете обусловливает такое большое различие в строении двух полушарий Луны?

А может быть, эта разница в строении вовсе не имеет отношения к делению лунной поверхности на видимое и невидимое полушария? Ведь распределение характерных крупных образований на поверхности Земли — континентов и океанов — тоже совсем неравномерно. Одно полушарие почти полностью занято Тихим океаном, а континенты — Евразия, Африка и Австралия — собраны в довольно компактную группу. Может быть, большинство лунных морей сконцентрировалось на видимой стороне совершенно случайно?

Материалы фотографирования обратной стороны Луны 1965 г. дали советским ученым возможность вновь, так же как и после полета «Луны-3», внести в Международный Астрономический Союз предложения относительно наименований деталей лунного рельефа, выявленных на невидимом полушарии. XIV Генеральная Ассамблея Международного Астрономического Союза, состоявшаяся в августе 1970 г. в Англии, утвердила список вновь принятых названий более чем 500 объектов. Среди деятелей мировой науки и техники в новых названиях увековечены имена Аль-Бируни, С. В. Ковалевской, Н. Е. Жуковского, П. Л. Чебышева, Э. Галуа, Н. Винера, Р. Коха, Г. Менделя, Н. И. Кибальчича, С. П. Королева, Ю. А. Гагарина.

Новые названия станут достойным памятником тем, кто посвятил свою жизнь прогрессу человечества.

В том же 1965 г., когда «Зонд-3» выполнил фотографирование обратной стороны Луны, в Советском Союзе проводился ряд запусков с целью отработки элементов мягкой посадки на лунную поверхность. Последними звеньями в цепи отработочных запусков были полеты «Луны-7» и «Луны-8».



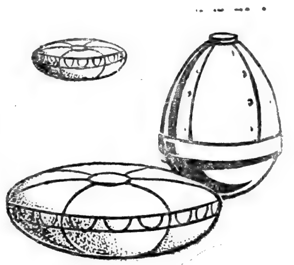
3 февраля 1966 г. в 21 час 45 минут 30 секунд московского времени советская станция «Луна-9» совершила мягкую посадку на поверхность Луны в Океане Бурь и впервые «посмотрела» на лунный ландшафт «глазами автоматического космонавта».

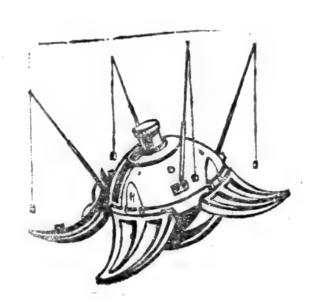
Значение полета «Луны-9» можно поставить в один ряд с такими выдающимися событиями космического века, как запуск первого искусственного спутника Земли и первый пилотируемый полет Юрия Гагарина.

«Луна-9» положила конец вековому спору о структуре поверхностного слоя Луны. В результате телепередач с борта «Луны-9» гипотеза повсеместного пылевого покрова в лунных морях была отвергнута. Изучение панорам лунной поверхности позволило ученым сделать много важных заключений о взаимодействии Луны с окружающей ее межпланетной средой.

Первая мягкая посадка на Луну советской автоматической лунной станции «Луна-9». Закрытая теплоизоляцией автоматическая станция помещалась над тормозной двигательной установкой. На высоте около 75 *км* от лунной поверхности перед включением тормозной двигательной установки с помощью сжатого газа надувались амортизирующие баллоны. На заданной высоте автоматическая лунная станция, защищенная надутыми баллонами, отделялась и плавно опускалась на поверхность. Амортизационные баллоны отбрасывались в стороны, и корпус станции принимал устойчивое вертикальное положение. Последующим этапом было открытие лепестковых антенн и телевизионный обзор окружающей местности.







Научное и техническое значение первой мягкой посадки на Луну огромно. Больше того, в результате этого достижения советской науки для человечества был преодолен как бы психологический барьер. Трудно, очень трудно быть первыми. А при решении научных проблем первому трудно еще и потому, что вообще-то можно оказаться на неверном пути. Если обратиться к истории науки, то известно много примеров, когда десятки, сотни и даже тысячи лет ученые тратили силы на решение проблем, которые, как оказывалось впоследствии, вообще не имеют решений. Мы уже приводили в пример тщетные поиски доказательств пятого постулата Евклида у математиков. Так же было с поисками вечного двигателя и мирового эфира у физиков. И ныне специалистам в области космонавтики предстояло найти тот единственно рациональный путь, те средства, с помощью которых можно в целости и сохранности опустить на поверхность Луны приборы и оборудование. А сведения, которые могли сообщить об этой поверхности астрономы, были отнюдь не исчерпывающими.

Успешно справившись с проблемой доставки научных приборов на иное небесное тело, советские ученые как бы открыли «зеленую улицу» другим аппаратам. После этого эксперимента не оставалось никаких сомнений, что космонавтика на правильном пути, что посадка на Луну сколь угодно сложного оборудования и людей принципиально возможна.

Мягкая посадка «Луны-9» — один из триумфов советской науки. И как не вспомнить здесь тех, чей труд вложен в проектирование ракетно-космической техники, чьи руки воплощают чертежи в металл. Огромные заслуги в становлении и развитии советской космонавтики принадлежат выдающемуся ученому и конструктору, дважды Герою Социалистического Труда, лауреату Ленинской премии, академику Сергею Павловичу Королеву.



Советская почтовая марка с изображением первого искусственного спутника Луны — автоматической станции «Луна-10».

Сергей Павлович Королев не дожил до осуществления мягкой посадки космического аппарата на Луну. Он ушел из жизни безвременно, в возрасте 59 лет, в январе 1966 г. Но дело, которое начали в нашей стране последователи и ученики К. Э. Циолковского, дело, кото-

рому посвятил свою жизнь С. П. Королев, продолжают теперь тысячи ученых и конструкторов.

Вслед за посадкой «Луны-9», через два месяца, состоялась новая космическая премьера. Советская «Луна-10» открыла счет искусственным спутникам Луны. Полет «Луны-10» впервые позволил собрать данные о гравитационном поле Луны. Первый искусственный спутник доставил в окололунное пространство разнообразное научное оборудование: пьезоэлектрические счетчики ударов метеорных частиц, чувствительный трехкомпонентный магнитометр, инфракрасный датчик теплового излучения, аппаратуру для изучения солнечной плазмы и радиационной обстановки. Важное место среди приборов спутника занимал гамма-спектрометр.

Гамма-спектрометр — прибор для регистрации интенсивности и спектрального состава естественного радиоактивного излучения горных пород. Породы земной коры в той или иной степени содержат радиоактивные вещества, испускающие гамма-лучи. Среди радиоактивных элементов земной коры преобладают уран, торий и радиоактивный изотоп калия. Наибольшее количество этих элементов находится в гранитах, беднее ими базальты.

Граниты и базальты представляют две очень распространенные группы земных пород. Граниты — крупнокристаллические глубинные породы — возникали в условиях высоких давлений земных недр. Базальты, напротив, являются породами излившимися и преобладают среди вулканических продуктов земной коры. Как мы уже говорили, по современным представлениям, развитым академиком А. П. Виноградовым, базальты рассматриваются как легкоплавкая фракция вещества Земли, которая в процессе разделения вследствие «зонного плавления» непрерывно вытеснялась во внешние оболочки планеты.

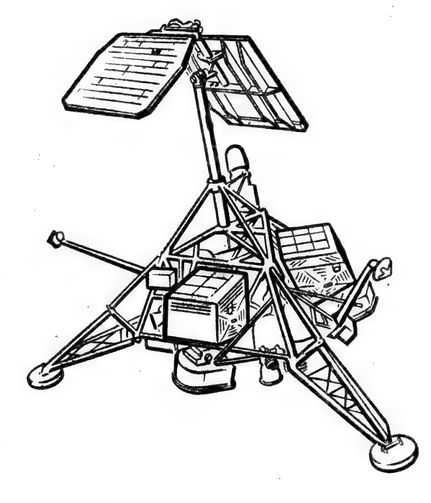
Характер гамма-излучения позволил судить о природе лунных пород. В результате анализа полученных гамма-спектров было впервые показано, что на поверхности Луны в лунных морях залегают породы, близкие по составу к земным базальтам.

За «Луной-10» последовали советские спутники Луны «Луна-11» и «Луна-12». Второй из них нес на борту, в числе прочего, и фотографическую аппаратуру.

«Луна-13» — еще один посадочный аппарат, помимо фототелевизионного комплекса, опустил на поверхность Луны целую лабораторию для испытания прочности и плотности лунного покрова. В числе приборов станции находились измерительный штамп-грунтомер, динамограф и радиационный плотномер. «Луна-13» впервые «потрогала» лунный грунт.

Осенью 1968 г. советские космические аппараты серии «Зонд» впервые прошли по трассе Земля — Луна — Земля. Огибая Луну, они возвращались к Земле, входя в ее атмосферу со второй космической скоростью. Так впервые была решена задача возвращения космических аппаратов из межпланетных полетов.

«Зонды» продолжали фотографирование лунной поверхности и исследование окололунного пространства.



Американский космический аппарат «Сервейор».

Параллельно с советской программой исследования Луны разворачивали работы и американские специалисты. Первое поколение американских лунных аппаратов носило название «Рейнджер», что значит по-русски «бродяга, скиталец». Полеты только трех последних аппаратов этой серии были успешными. Перед ударом о лунную поверхность они передавали на Землю телевизионные изображения района своего падения.

В июне 1968 г., через четыре месяца после советской «Луны-9», совершил мягкую посадку на Луну первый американский космический аппарат серии «Сервейор» — «обследователь». Аппараты этой серии, так же как и советские автоматы, занимались анализом свойств лунного грунта. Информация о химическом составе грунта, полученная с «Сервейоров», подтвердила данные, которые ранее были получены советскими учеными по результатам гамма-спектрометрических измерений.

В 1966—1967 гг. выходили на орбиты спутников Луны американские аппараты серии «Лунар орбитер» — «лунный спутник». Они фотографировали избранные участки лунной поверхности.

Большинство знаний, которые приобрела в космическую эру наука о Луне, было получено в результате полетов космических автоматов. Собранные автоматами сведения позволили — хотя и с огромным риском — осуществить полет на Луну человека.

Вслед за советскими «Зондами» первый пилотируемый полет по трассе Земля — Луна — Земля совершил космический корабль «Аполлон-8» с экипажем в составе Бормана, Ловелла и Андерса.

Первая высадка на Луну была поручена экипажу «Аполлона-11». Восьмидневный полет «Аполлона-11» начался солнечным утром 16 июля 1969 г. Ракета-носитель «Сатурн V» высотой в 40-этажный дом, сжигая ежесекундно по 15 *т* горючего, за несколько минут вытолкнула космический корабль на околоземную «орбиту ожидания».

Экипаж «Аполлона-11» возглавлял Нейл Армстронг. Двумя другими членами экипажа «Аполлона-11» были полковник Эдвин Олдрин и подполковник Майкл Коллинз.

Проверив на околоземной «орбите ожидания» основные системы своего космического корабля, экипаж «Аполлона-11» получил разрешение взять курс на Луну.

Половина пути была преодолена им за 25 часов. Словно у автомобиля, взбирающегося на крутую гору, скорость движения «Аполлона-11» неуклонно падала, покуда он не пересек невидимый гравитационный «водораздел» между сферами тяготения Земли и Луны. С этого момента скорость его начала возрастать. Но на вторую половину пути «Аполлону» потребовался 51 час.

Затормозив движение корабля специальным двигателем, экипаж «Аполлона-11» вышел на окололунную орбиту. Снова тщательные проверки всех систем, и вот, наконец, Земля разрешает посадку. Командный отсек с Майклом Коллинзом на борту под кодовым названием «Колумбия» остается на окололунной орбите. Посадочный отсек под кодовым названием «Орел» начинает спуск в Море Спокойствия.

Уже на небольшой высоте Армстронг обнаружил, что автоматика ведет корабль прямехонько в кратер размерами с футбольное поле. Вокруг кратера повсюду виднеются «валуны» размером с микролитражную автомашину. Армстронгу пришлось принять управление на себя и резко уйти в сторону. Несмотря на завидное хладнокровие, пульс Армстронга, как отметили на Земле, подскочил с обычных 77 до 156 ударов в минуту.

Контакт «Орла» с лунной поверхностью произошел благополучно 20 июля 1969 г. в 23 часа 17 минут 32 секунды московского времени. Через несколько часов Нейл Армстронг очень медленно спустился по девяти ступенькам довольно шаткой лесенки и, словно купальщик, пробуя холодную воду, с великой осторожностью встал на поверхность Луны. «Один небольшой шаг для человека и какой огромный скачок для всего человечества» — первые слова, сказанные Армстронгом на Луне. Вскоре к нему присоединился Эдвин Олдрин.

С этого момента оба космонавта стали потенциальными разносчиками гипотетической лунной заразы. Что если на Луне существуют микроорганизмы, опасные для человечества? Что если человеческий организм не имеет к этой лунной заразе никакого иммунитета? Хотя возможность биологического заражения Земли лунными микробами теоретически оценивалась как один шанс на сто миллиардов, астронавтам после возвращения на Землю предстоял суровый карантин. Его срок — три недели с момента выхода на лунную поверхность.

Сразу же после выхода Армстронг быстро наполнил карманы скафандра образцами лунных пород на случай аварийного взлета. С помощью телекамеры Армстронг и Олдрин стали демонстрировать Земле приемы лунной ходьбы, которые они называли «стилем кенгуру».

Топая по Луне своими дорогостоящими термозащитными башмаками, Армстронг и Олдрин разместили автоматический

сейсмометр и другое оборудование, не спеша собрали коллекцию «документированных» образцов — камней, которые перед взятием подробно, со всех сторон фотографировались и описывались.

Армстронг и Олдрин оставили на Луне эмблему «Аполлона-1» в память о трагически погибших астронавтах Гриссоме, Уайте и Чаффи. Рядом они положили памятные медали, отлитые в честь Ю. А. Гагарина и В. М. Комарова.

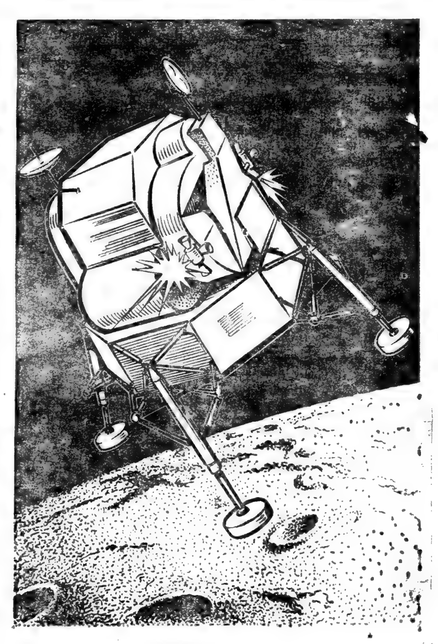
Пробыв на Луне в общей сложности 21 час 36 минут, Армстронг и Олдрин включили на 438 секунд двигатель взлетной ступени «Орла» и после стыковки с «Колумбией» перешли к Коллинзу. Перед этим они тщательно очистились от остатков лунной пыли с помощью пылесосов.

Полет домой из Моря Спокойствия в Тихий океан проходил без происшествий, хотя земной океан и встречал путешественников двухметровой штормовой волной, так что место приводнения пришлось перенести.

Астронавтов встречали с величайшими предосторожностями. Им тотчас передали в люк биологически изоляционные скафандры и несколько раз тщательно дезинфицировали космический корабль. Астронавты быстро прошли в карантинный фургон, который был доставлен на Гавайские острова и оттуда транспортным самолетом в Хьюстон, в Лунную приемную лабораторию.

В Лунной приемной лаборатории (ЛПЛ) астронавты были изолированы от внешнего мира гораздо строже, чем если бы они болели бубонной чумой. В Хьюстон были приглашены все крупнейшие специалисты в области эпидемических заболеваний. Были изучены истории болезней около 700 сотрудников ЛПЛ, которые имели хотя бы самое отдаленное отношение к астронавтам и лунным камням. В условиях небывалой сенсационности, окружавшей полет «Аполлона-11», даже обыкновенный безобидный насморк хотя бы у одного из этих 700 человек мог вызвать панические слухи о распространении «лунной заразы». А что бы случилось, если бы заболел невзначай кто-нибудь из астронавтов?

Для обнаружения биологической активности лунных пород



Космический корабль «Аполлон».

их приводили в соприкосновение с растениями, птицами и животными. Но главный эксперимент заключался в пробах над белыми мышами.

В ходе подготовки к полету «Аполлона-11» микробиологи вывели породу стерильных белых мышей. Во избежание заражения микробами даже роды их были искусственными. К моменту вселения в ЛПЛ Армстронга, Олдрина и Коллинза ученые располагали девятым поколением этих невиданных животных, полностью лишенных иммунологической сопротивляемости. Оберегать их жизнь стоило неимоверных усилий. Их мог отправить на тот свет самый безобидный микроб. Достаточно сказать, что карантин удивительных мышей был втрое строже карантина самих астронавтов.

Вот этих-то мышей и заставляли дышать воздухом, загрязненным лунной пылью, давали им ее в пищу, вводили в кровь через вены. Но здоровье мышей нисколько не пострадало. И в ночь на 11 августа карантинное заточение американских астронавтов благополучно закончилось.

Основной результат, которого добились американские ученые в этом полете,— опробование технических средств для высадки на поверхность Луны человека и возвращения его на Землю. С точки зрения науки было доказано полное отсутствие на Луне органических соединений, точно определен химический состав взятых образцов лунных пород. Изотопным методом был определен также возраст этих пород, который оказался исключительно большим — 3—4 млрд. лет.

Согласно решению XIV Генеральной Ассамблеи Международного Астрономического Союза, в порядке редчайшего отступления от традиции, 12 лунным кратерам были присвоены имена живых, здравствующих людей. Шесть кратеров были названы в честь советских первопроходцев космических трасс — Титова, Николаева, Терешковой, Леонова, Феоктистова и Шаталова. Еще шесть кратеров названы именами членов экипажей «Аполлона-8» и «Аполлона-11» — Бормана, Ловелла, Андерса, Армстронга, Олдрина и Коллинза.

ЧЕЛОВЕК ИЛИ РОБОТ?

Полеты пилотируемых космических кораблей системы «Аполлон» к Луне с новой остротой поставили вопрос о роли человека и автоматических аппаратов в исследовании космического пространства.

Автоматы собрали подавляющее большинство данных об особенностях лунной поверхности. Именно автоматические аппараты открыли человеку дорогу к Луне. Чему же следует отдавать предпочтение — в первую очередь разрабатывать все более тонкие автоматические аппараты и приборы или же возложить все исследования на человека?

Все эти вопросы далеко не праздные, особенно если принять во внимание, что при пилотируемых полетах необходимо уделять большое внимание безопасности космонавтов, заботиться о системах жизнеобеспечения и тому подобных, вспомогательных с точки зрения науки проблемах, а обходятся они в 20—50 раз дороже, чем полеты автоматических аппаратов.

Проблема — человек или автомат, автомату или творческой личности следует прокладывать дорогу в будущее — стоит давно. Если оглянуться на историю науки в XX в., то значительный рост интереса к этому вопросу возник в послевоенные годы в связи с развитием кибернетики.

К проблеме взаимоотношений человека и машины неоднократно возвращался математик Норберт Винер. Из книги в книгу переходит у Винера эпизод, заимствованный им из повести английского писателя начала XX в. Джэкобса «Обезьянья лапа».

В скромную семью приезжает в гости сержант из Индии. Он показывает хозяевам талисман — высушенную обезьянью лапу, который может выполнять любые желания его владельцев. Собравшиеся решают испытать талисман. Хозяин просит у обезьяньей лапы 200 фунтов стерлингов.

Раздается стук в дверь. Входит служащий той фирмы, где работает сын хозяина. Он сообщает, что в результате несчастного случая сын хозяина погиб. Фирма не считает себя ответственной за случившееся, но в порядке компенсации просит принять пособие в размере 200 фунтов стерлингов.

Этот пример очень интересен. Ставя задачу, мы практически никогда не можем оговорить всех исходных условий, мы просто никогда не в состоянии предвосхитить всех вытекающих из нашего решения последствий. Обезьяньей лапе поставили задачу раздобыть 200 фунтов стерлингов. И она действительно решила эту задачу. Но, действуя бесконтрольно, она решила ее таким способом, от которого, знай они об этом заранее, хозяева талисмана тысячу раз отказались бы.

В большинстве подлинно научных задач главную трудность составляет именно их постановка. Недаром говорят, что если задачу удается, наконец, поставить правильно, то это уже больше половины ее решения.

Из всего сказанного мы делаем вывод, что роль человека в научных исследованиях — и в частности непосредственное участие его в освоении космоса — всегда остается очень большой. Но в начальный период развития космонавтики, когда ей предстоит еще накопление необходимого фактического материала, ведущая роль в космических исследованиях, особенно же в исследовании дальнего космоса, должна принадлежать автоматам.

Выдвинув исключительно трудоемкую, дорогостоящую и несколько однобокую программу «Аполлон», американские специалисты сделали упор на развитие пилотируемых полетов к Луне.

За счет этого так и не вышли из стадии предварительных проработок многие другие планы.

Как во всякой чрезмерно сложной проблеме, при решении вопроса о роли человека и автомата в космосе приходится учитывать множество привходящих факторов, имеющих социальный, политический, моральный, эмоциональный характер. В этой проблеме слишком много всевозможных «за» и «против». Огромная трудность состоит в том, чтобы правильно учесть все эти многочисленные аргументы. Главное же состоит в том, что исследование космического пространства непосредственно человеком не должно противопоставляться исследованиям, выполняемым с помощью автоматических средств. Речь должна идти о поисках правильного соотношения между теми и другими.

На протяжении ряда лет в новогодних номерах газеты «Правда» появлялись обзорные статьи, в которых подводились важнейшие итоги очередного «космического года», обсуждались далекие и близкие перспективы космических исследований. Сегодня имя автора этих статей известно всему миру — им был академик С. П. Королев.

Последняя из статей С. П. Королева была опубликована 1 января 1966 г. Она стала как бы своеобразным завещанием крупнейшего советского ученого. Цитируя слова К. Э. Циолковского о том, что «невозможное сегодня становится возможным завтра», С. П. Королев в этой статье выражал уверенность в стремительном и, главное, всестороннем развитии космонавтики. Он предсказывал, что дальнейшее совершенствование средств автоматизации, телеинформации и управления процессами позволит очень эффективно использовать автоматические космические станции, которые внесут неоценимый вклад в изучение планет Солнечной системы. Он по достоинству оценивал значение исследований, выполняемых непосредственно человеком, и предвидел дальнейшее совершенствование техники пилотируемых космических полетов.

Один из видных творцов советской ракетно-космической техники, ученый, который внес большой личный вклад в освоение космического пространства, С. П. Королев оказался прав в своих прогнозах: мы становимся свидетелями успехов в весьма различных областях современной космонавтики.

Именно так — широким фронтом — и развивалась космонавтика в СССР. Мы приветствовали блистательные достижения советских автоматических станций серии «Венера», которые после 4 месяцев полета по гелиоцентрическим траекториям совершали плавный спуск в атмосфере Венеры. Мы были свидетелями запусков тяжелых «летающих лабораторий» серии «Протон», предназначенных для исследования околоземного космического пространства. В 1969 г. Москва чествовала семерых героев беспримерного группового полета сразу трех космических кораблей «Союз» — полета, который открыл перспективы для создания

крупных долгодействующих орбитальных комплексов. А члены экипажа космического корабля «Союз-9» установили новый мировой рекорд длительности космического полета.

Одновременно советские ученые доказали всему миру, какие неисчерпаемые перспективы таятся в умелом использовании космических автоматов.

На исходе 1970 г. одна за другой посетили Луну советские автоматические станции «Луна-16» и «Луна-17». Первая из них вернулась на Землю, доставив в земные лаборатории образец лунного грунта из Моря Изобилия. В отличие от американских астронавтов, «Луна-16» выполнила аналогичную задачу без непосредственного вмешательства рук человека. Управление операциями по взятию образца и возвращению его на Землю выполнялось дистанционно, по командам с Земли.

Автоматическая станция «Луна-17» доставила в Море Дождей самоходный аппарат «Луноход-1» — прообраз лунных транспортных средств далекого будущего. Если американские астронавты торопились без происшествий вернуться домой, то неутомимый луноход на протяжении 11 лунных суток самостоятельно перемещался, «осматривал» окружающую его местность, «трогал» грунт и выполнял большой комплекс разнообразных научных исследований.

Посадки «Луны-16» и «Луны-17» были осуществлены с помощью унифицированных посадочных ступеней. В разработке унифицированных конструктивных узлов кроется залог дальнейшего неуклонного расширения богатых возможностей космических автоматов.

В феврале 1972 г. советские ученые с помощью космического автомата решили еще одну очень важную научную задачу. Автоматическая станция «Луна-20» впервые в истории космонавтики доставила образец грунта из района лунного материка, характеризующегося сложным гористым рельефом. Полет станции «Луна-20» вновь продемонстрировал большие потенциальные возможности автоматических космических средств.

К ПЛАНЕТАМ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Методы небесной механики, поставившей себе на службу быстродействующие электронные машины, позволяют теоретически рассчитать траекторию полета к любой планете Солнечной системы едва ли не на любой момент времени. Однако далеко не в любой момент времени полеты осуществимы по инженерным соображениям.

Планируя космические полеты, приходится то и дело примирять зачастую в высшей степени противоречивые требования. Во главе угла при планировании полетов стоят энергетические возможности вывода космического аппарата на траекторию.

Энергетически выгодно, чтобы от аппарата в конце разгона требовалась по возможности меньшая скорость,— тогда с помощью той же ракеты-носителя удалось бы вывести на траекторию больший полезный груз. Однако, с другой стороны, очевидно, что полет не должен быть чересчур затяжным. Чем скорее космический аппарат достигнет цели, тем больше вероятность успеха его миссии. Но с этой точки зрения скорость аппарата в конце разгона должна быть побольше.

Желательно, чтобы удаление аппарата от Земли к моменту встречи с планетой было минимальным,— это может значительно упростить выдачу на борт радиокоманд и прием на Земле передаваемых аппаратом сообщений. Однако вовсе не желательно, чтобы в тот же период времени аппарат наблюдался с Земли возле Солнца,— это привело бы к большим дополнительным радиопомехам. И уж совсем недопустимо, чтобы аппарат во время сеанса связи оказался заслоненным от Земли диском планеты.

Никакой запуск космического аппарата не может быть абсолютно точным. Он сопряжен с неизбежными случайными ошибками в наборе скорости и в задании направления движения. Хотелось бы в связи с этим, чтобы траектория была по возможности менее «капризна», менее чувствительна к погрешностям во время разгона.

На все указанные ограничения накладываются еще очень жесткие требования, связанные с астрономической навигацией в ходе полета.

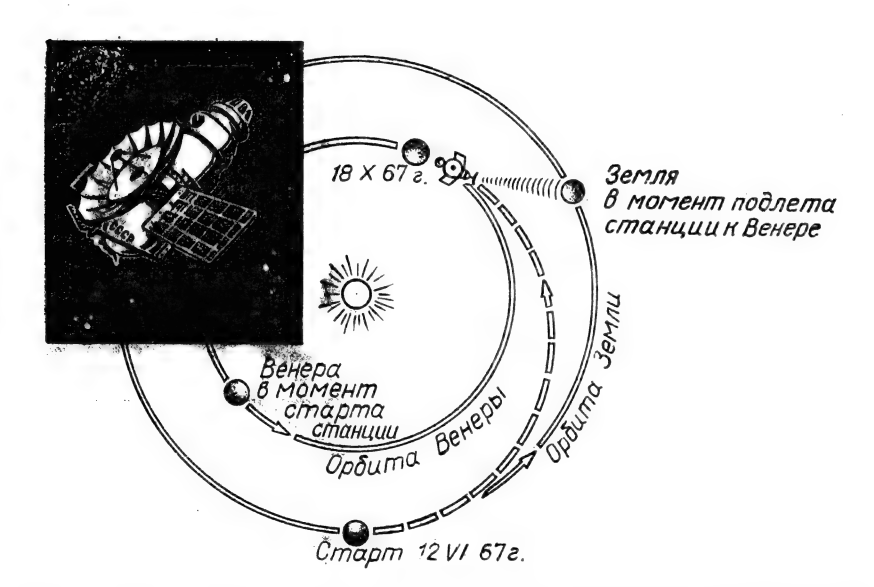


Схема полета советской межпланетной автоматической станции «Венера-4» от Земли к Венере. Слева вверху — общий вид станции «Венера-4».

В свете всех этих противоречивых требований поневоле встает вопрос о «золотой середине», или, как говорят конструкторы, об «оптимальном решении».

Планета Венера совершает один оборот вокруг Солнца за 224,70 земных суток. Для наблюдателя на Земле, вместе с которой он также непрерывно кружится вокруг Солнца, цикл смены видимого на небе положения Венеры относительно Солнца занимает 583,92 суток, или, грубо говоря, 20 месяцев. С тем же периодом — астрономы называют его синодическим — повторяются и «окна», когда целесообразно осуществлять старт к Венере. Моменты времени, удобные для стартов к другим планетам, также повторяются в соответствии с их синодическими периодами. Синодический период Марса составляет около 26 месяцев (2 года 1 месяц 20 дней).

Вот перечень «окон», во время которых возможны старты космических аппаратов в оптимальных условиях:

к Венере

1961, январь-февраль («Венера-1»)
1962, август («Маринер-2»)
1964, март-апрель
1965, октябрь-ноябрь («Венера-2» и «Венера-3»)
1967, май-июнь («Венера-4» и «Маринер-5»)
1969, январь («Венера-5» и «Венера-6)
1970, август («Венера-7»)
1972, март-апрель («Венера-8»)
1973, октябрь-ноябрь
1975, май-июнь
1977, январь
1978, август
1980, март-апрель

к Марсу

1960, сентябрь-октябрь,
1962, октябрь-ноябрь («Марс-1»)
1964, ноябрь-декабрь («Маринер-4» и «Зонд-2»)
1966, декабрь, 1967, январь
1969, февраль-март («Маринер-6» и «Маринер-7»)
1971, май («Марс-2», «Марс-3», «Маринер-9»)
1973, июль-август
1975, август-сентябрь
1977, сентябрь-октябрь
1979, октябрь-ноябрь

Разумеется, что «окна» имеют известную «ширину», так что реальный полет может быть осуществлен несколько раньше или позже теоретически предвычисленного срока.

Время, необходимое для полетов к Венере и Марсу, тоже можно оценить заранее. Полет до Венеры занимает около 120—150 суток, время полета к Марсу может колебаться от 237 до 281 суток.

До того времени, когда пишется эта книга, к Венере ушло в общей сложности 10 космических станций. Первый в мире запуск в сторону этой планеты был предпринят 12 февраля

1961 г.— стартовала советская «Венера-1». Следующая возможность — лето 1962 г. — использовалась американскими учеными: к Венере направился «Маринер-2». «Окно» весной 1964 г. не было использовано для запусков, а в ноябре 1965 г. отправились в путь советские космические посланцы «Венера-2» и «Венера-3». С разрывом в два дня стартовали в середине июня 1967 г. советская «Венера-4» и американский «Маринер-5».

Советская межпланетная станция «Венера-4» находилась в полете 128 суток. Преодолев силу земного притяжения и пройдя по гелиоцентрической орбите путь в 350 млн. *км*, она 18 октября 1967 г. доставила к Венере сферический контейнер весом 383 *кг*, который на парашюте плавно спускался в атмосфере этой загадочнейшей из планет.

Уникальным результатом этого запуска было непосредственное определение ряда важных параметров атмосферы Венеры. Спускаясь на парашюте, автоматическая станция в течение 94 минут передавала данные о состоянии атмосферы на участке с перепадом высот в 28 *км*. При этом давление за бортом станции возрастало от 1 до 20 *ат*, а температура повышалась с +25° до +270° С.

Но самыми интересными среди научных задач, решавшихся на «Венере-4», были эксперименты по определению химического состава атмосферы. Они выполнялись с помощью так называемых газоанализаторов. Патроны-газоанализаторы представляют собой металлические сосуды, в которых после введения пробы венерианского «воздуха» может идти какая-либо характерная химическая реакция, указывающая на наличие углекислого газа, кислорода, азота, воды или других веществ.

В результате этих экспериментов было установлено, что атмосфера Венеры почти целиком состоит из углекислого газа. Кислород, водяные пары и азот содержатся в ней в очень незначительных количествах.

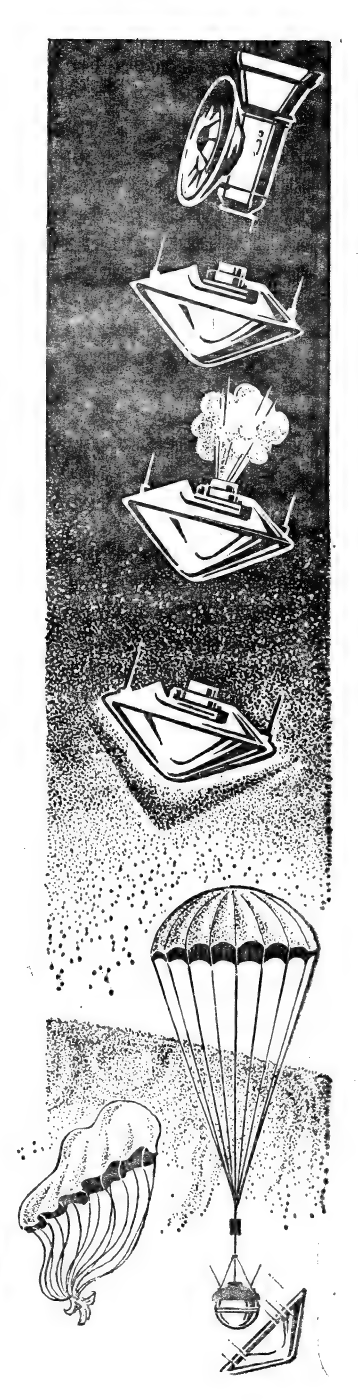
Разница между знаниями о Венере до и после полета «Венеры-4» была огромна. Раньше они отличались исключительной неопределенностью. Радиоастрономы, например, давно утверждали, что температура поверхности Венеры очень высока. Однако против этого утверждения приводились серьезные возражения; результаты радиоастрономических наблюдений интерпретировались иногда как следствие существования ионосферного слоя или же тихих электрических разрядов в атмосфере, а вовсе не как результат действительно высокой температуры поверхности.

Если говорить об атмосфере Венеры, то разные наблюдения приводили к очень противоречивым результатам. Так, давления назывались и очень большие, и вполне умеренные; большинство же исследователей склонялось, пожалуй, к оценкам давления порядка 5 *ат* у поверхности.

Благодаря замечательной победе советской науки ученые наконец-то встали на твердую почву фактов, достоверных экспериментальных данных.

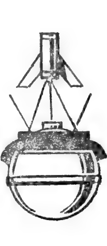
Станции «Венера-5» и «Венера-6» провели одновременное глубокое зондирование атмосферы Венеры сразу в двух районах, отстоящих один от другого на несколько сот километров. Они вели передачи в процессе спуска на участках в 36—38 *км* при перепаде давлений от 0,5 до 27 *ат.*

Полет сразу двух станций позволил уточнить данные о составе атмосферы Венеры. Концентрация углекислого газа в ней по данным с этих станций составляет 95±2%. Содержание азота вместе с инертными газами составляет 2—5%, а количество кислорода оказалось не превышающим 0,4%.



Первая мягкая посадка на Марс спускаемого аппарата советской межпланетной автоматической станции «Марс-3». Спускаемый аппарат был отделен от межпланетной станции, после чего произошло включение тормозного двигателя спускаемого аппарата для перевода его на траекторию встречи с планетой. При входе в марсианскую атмосферу спускаемый аппарат сначала аэродинамически тормозился, а потом — после сбрасывания тормозного конуса — продолжал спуск на парашюте. На заключительном этапе посадки парашют отстреливался и включался двигатель мягкой посадки. Опустившийся на поверхность Марса аппарат автоматически занимал рабочее положение.





В соответствии с рассчитанными на основании этих данных моделями атмосферы Венеры температура ее поверхности должна составлять 420—500° С, а среднее давление атмосферы у поверхности достигать 100—110 *ат*.

Дальнейшее изучение атмосферы Венеры продолжалось с помощью спускаемых аппаратов станций «Венера-7» в декабре 1970 г. и «Венера-8» в июле 1972 г.

На американских космических аппаратах серии «Маринер» выполнялось фотографирование марсианской поверхности. Уже снимки «Маринера-4» развенчали теорию сплошных, отчетливо наблюдаемых «каналов». Не оказалось их и на гораздо более подробных снимках с «Маринера-6» и «Маринера-7». Снимки Марса, сделанные с космического аппарата «Маринер-9», показали большое разнообразие структур марсианской поверхности: протяженные, изломанной формы борозды, напоминающие земные овраги, кратеры, вулканические формы рельефа и многое другое. Были сфотографированы также спутники Марса Фобос и Деймос.

Космические аппараты сфотографировали высокие облака в атмосфере Марса и одну из белых полярных шапок. Полярные шапки содержат, по-видимому, очень мало «настоящего», водяного льда, а состоят преимущественно из твердой углекислоты — того самого сухого льда, которым так широко пользуются у нас продавцы мороженого.

2 декабря 1971 г. впервые в истории космонавтики спускаемый аппарат автоматической станции «Марс-3» произвел мягкую посадку на поверхность Марса. Станции «Марс-2» и «Марс-3» стали искусственными спутниками Марса.

Ученые, разумеется, планируют полеты не только к Венере и Марсу, но и к другим планетам Солнечной системы. Особенно заманчивой кажется идея воспользоваться для этой цели силой притяжения ближайших планет: например, послать космический аппарат мимо Марса, но с таким расчетом, чтобы сила притяжения Марса изменила его траекторию и вытолкнула космический аппарат дальше по направлению к Юпитеру.

БУДУЩЕЕ КОСМИЧЕСКОЙ АСТРОНОМИИ

Металлурги редко применяют чистые металлы. Они предпочитают сплавы. Именно сплавы дают возможность варьировать свойства материалов; именно сплавы обладают повышенной прочностью и твердостью.

Сравнение со сплавом невольно приходит в голову, когда речь идет об удивительно плодотворном сочетании многих наук в том грандиозном комплексе, который зовется в наши дни космической наукой.

Космическая наука не имеет специфического предмета исследования. Ведь ее объекты — звезды, планеты, межпланетная среда, поведение живых организмов в космосе — являются традиционными объектами изучения астрономии, геофизики, биологии.

Космическая наука не имеет специфического метода исследования. Она пользуется методами математическими, физическими, химическими, астрономическими. Но ни то, ни другое нельзя ставить в укор космической науке. Ее отличительная черта состоит в использовании ракетно-космической техники. Это позволяет проводить наблюдения и эксперименты в условиях, резко отличных от земных. Ракетная техника дает возможность избежать влияния атмосферы Земли, приблизить приборы к объектам исследования.

Сплав обладает свойствами, которые не присущи ни одному из его компонентов, взятых в отдельности. То же справедливо и для космической науки: именно в комплексе она позволяет получить те потрясающие научные результаты, которые доныне не могли быть получены никакими иными средствами.

Космическая наука открыла богатые возможности для изучения самых удаленных объектов Вселенной. Яркий пример тому — успехи рентгеновской астрономии, одной из областей космических исследований.

Для космической науки практически нет недоступных районов в пределах Солнечной системы. Сегодня космические аппараты посещают Луну, Венеру и Марс. Но полеты и к гораздо более удаленным планетам, вплоть до Плутона, кажутся теперь лишь вопросом времени.

Но нас интересует сегодня не вся космическая наука. Нас интересует только та ее часть, которая ближе всего смыкается с традиционной астрономией и которую мы очень условно назовем *космической астрономией*. Каковы же ее перспективы?

В рамках космической астрономии, бесспорно, в ближайшие годы получит дальнейшее развитие изучение планет, в первую очередь Венеры и Марса. Вопрос о существовании жизни на Марсе по-прежнему остается для нас одним из самых злободневных. Многие ученые надеются так или иначе решить этот вопрос с помощью автоматических космических станций и проектируют для этой цели необходимые приборы.

Правда, трудности при проектировании подобных приборов начинаются с первых же шагов. Каковы отличительные черты инопланетной флоры и фауны? Опираясь на какие принципы, можно обнаружить инопланетную жизнь?

Подавляющее большинство ученых убеждено, что доставить на поверхность Марса, например, телекамеру и попытаться увидеть тамошнюю пальму, слона или динозавра — не лучший способ поисков органической жизни. Все сходятся на том, что для

начала обязательно следует поискать микроорганизмы. Причем, добавляют многие, даже не сами микроорганизмы, а следы их жизнедеятельности.

Предлагается, например, доставить на поверхность Марса сосуд с питательной средой, в который с помощью воздушного насоса вместе с пылью нагнетается марсианский воздух. Питательная среда, естественно, от пыли замутнится. Но если вместе с воздухом в питательную среду попадут микроорганизмы, они начнут размножаться, и это вызовет дополнительное помутнение. Смысл опыта заключается в том, что пылевое помутнение будет сохраняться постоянным, а помутнение, связанное с жизнедеятельностью микроорганизмов, будет со временем систематически возрастать. Сконструированный на этом принципе прибор по имени его создателя Вольфа Вишняка [1] носит название «волчьей ловушки».

На другом принципе построен прибор «Гулливер». Питательная среда этого прибора содержит радиоактивый изотоп углерода C^{14}. Предполагается, что микроорганизмы, попавшие в эту среду, начнут усваивать ее и выделять углекислый газ, в состав которого и войдет радиоактивный изотоп. Атомы же C^{14}, входящие в углекислый газ, с течением времени распадаются, и возникающие при этом изменения могут быть зарегистрированы.

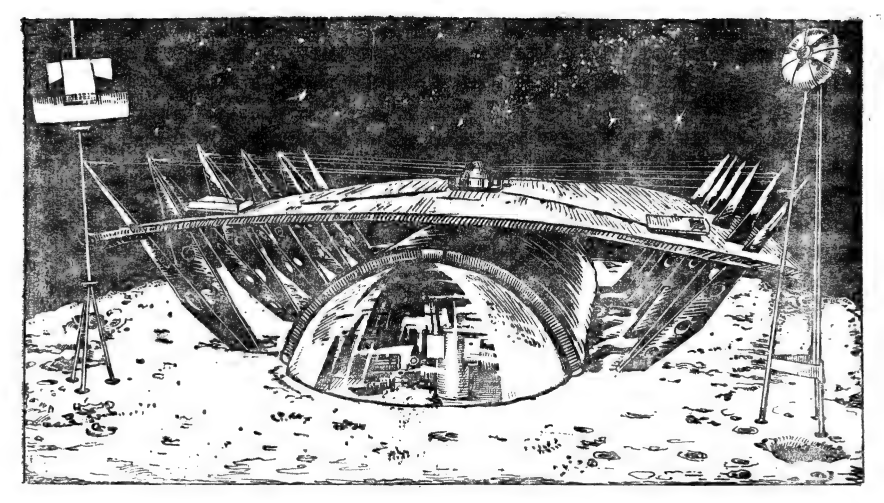
Идей различного рода в этом отношении существует достаточно, и последнее слово здесь остается за космонавтикой. Очевидно, что дальнейшее изучение Венеры, Марса и других планет сулит **сравнительной планетологии** чрезвычайно много интересного.

Особое место в перспективах развития космической астрономии по-прежнему занимает Луна. Из года в год на конгрессах Международной Астронавтической Федерации конкретизируются планы создания на Луне в ближайшие десятилетия международной лунной лаборатории. Не говоря уже о том, что в условиях такой лаборатории будет продолжено тщательное изучение собственно Луны и окололунной среды, в ней могут работать ученые и других направлений. Астрономы, пользуясь отсутствием атмосферы, получат возможность вести наблюдения в любых диапазонах спектра электромагнитных волн и непосредственно изучать космическое излучение. Много ценных данных может быть получено на Луне и в результате позиционных астрономических наблюдений, которые вследствие отсутствия атмосферы также будут выполняться там с гораздо большей точностью, чем на Земле.

Но прежде чем крупный телескоп будет установлен на Луне, его целесообразно, по-видимому, поднять на околоземную орбиту. На тех высотах, на которые поднимаются обычно орбитальные космические корабли, влияние земной атмосферы уже со-

---

[1] Имя автора прибора — Вольф — в переводе значит «волк».



Лунный город будущего.

вершенно не сказывается на астрономических наблюдениях. Если конструкторы сумеют удержать телескоп в течение хотя бы нескольких минут с очень высокой степенью точности направленным в одну и ту же область неба — а предпосылки к этому есть, тогда орбитальный телескоп сможет в очень многих задачах успешно конкурировать с телескопом на Луне.

Таким образом, в ближайшие десятилетия мы вправе ожидать развития космической астрономии в двух основных направлениях. Во-первых, это доставка приборов к другим телам Солнечной системы и непосредственное исследование их на месте. Во-вторых, это выход астрономов за атмосферу Земли, что позволит им получать новые данные не только о Солнечной системе, но и о строении звезд и галактик — обо всем удивительном небе XX столетия.

Десятилетие назад все эти планы резонно сочли бы в некоторой мере прожектерством. Но теперь, имея за плечами богатый опыт, мы твердо знаем — это будни космического века. И осуществлять новые планы предстоит идущим в жизнь молодым поколениям ученых.

Производственные отношения людей диалектически связаны с производительными силами. А важным критерием развития производительных сил общества является его энерговооруженность, по которой можно судить, чего же добилось человечество и вся земная наука в целом.

Когда Фарадея, который ставил первые примитивные опыты по электричеству, спросили, зачем нужно электричество, он растерялся и предположил, что электричество, вероятно, понадобится, чтобы мастерить хорошие детские игрушки. Со временем же

электричество стало главным энергетическим ресурсом в руках людей, и всем памятен крылатый ленинский лозунг: «Коммунизм — это есть Советская власть плюс электрификация всей страны».

Нечто подобное имеет место и в космических исследованиях. Мы не всегда еще можем сегодня четко ответить, что именно даст в будущем тот или иной космический эксперимент. Однако в общем виде этот ответ ясен — космические исследования помогают человеку значительно расширить свою власть над окружающей природой.

Космические исследования, помогающие овладевать тайнами Вселенной, должны служить на благо всех людей на Земле. Советский Союз решительно и последовательно выступает против использования космического пространства в милитаристских целях, выступает сторонником объединения усилий ученых всех стран, сторонником мирного сотрудничества в космосе. Эта точка зрения Советского Союза нашла воплощение в тексте подписанного в 1967 г. первого международного Договора о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела.

«Государства — участники настоящего договора,

воодушевленные великими перспективами, открывающимися перед человечеством в результате проникновения человека в космос,

признавая общую заинтересованность всего человечества в прогрессе исследования и использования космического пространства в мирных целях,

...будучи убежденными, что договор о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела, будет способствовать осуществлению целей и принципов Устава Организации Объединенных Наций,

согласились о нижеследующем:

...Исследование и использование космического пространства, включая Луну и другие небесные тела, осуществляются на благо и в интересах всех стран, независимо от степени их экономического или научного развития, и являются достоянием всего человечества...

...Космическое пространство, включая Луну и другие небесные тела, не подлежит национальному присвоению ни путем провозглашения на них суверенитета, ни путем использования или оккупации, ни любыми другими средствами...

...Государства — участники договора рассматривают космонавтов как посланцев человечества в космос и оказывают им всемерную помощь...»

Значение полетов в межпланетном пространстве не ограничивается «зримыми» результатами научного и инженерного экспериментирования. Успехи космических исследований — показатель

технического прогресса. Космические исследования стали одним из важнейших разделов современной науки, неотъемлемой частью бытия человеческого общества. И это бытие во многом определяет сознание современного человечества — оно подчеркивает великую ответственность нашего времени перед грядущими поколениями, оно свидетельствует о неуклонном движении человечества по пути прогресса, вселяет уверенность в торжество разума и труда.

НЕСКОЛЬКО СЛОВ В ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дописана последняя глава книги.

Цель книги — рассказать о путях развития многообразной науки астрономии, об основных ее методах и основных достигнутых ею результатах, о судьбах астрономов и о взаимосвязи астрономии с другими науками. И эта цель кажется автору в основном выполненной. Но как огорчительно, что столько интереснейших фактов и подробностей поневоле приходится оставлять за пределами этого повествования.

Заканчивая книгу, хочется рассказать читателям лишь еще об одном эпизоде из истории астрономии.

В первой половине XIX в. пост директора Парижской обсерватории занимал Доменик Франсуа Араго. Ученый редкой разносторонности, геодезист, астроном, физик, математик, метеоролог, географ, блестящий популяризатор науки и политический деятель, Франсуа Араго оказал огромное влияние на развитие французской науки. По его советам ставили опыты и проводили наблюдения известные физики Физо и Фуко. Он занимался исследованием интерференции света вместе с Огюстеном Френелем.

Араго дал путевку в жизнь многим молодым ученым и многим научным идеям. Именно Араго посоветовал молодому вычислителю обсерватории Леверье испытать свои силы в поисках орбиты неизвестной планеты, возмущающей движение Урана. И Араго был от души рад тому громадному успеху, который выпал на долю его сотрудника и ученика.

Прошло время, и пост директора Парижской обсерватории занял прославившийся Урбан Жан Жозеф Леверье. И в его директорство появлялись в обсерватории молодые, бесконечно преданные астрономии сотрудники. Но Леверье не был для большинства из них доброжелательным и ласковым наставником.

Однажды на глаза Леверье попалась популярная книга по астрономии, выпущенная начинающим астрономом, молодым сотрудником обсерватории Камилем Фламмарионом. Директор вызвал Фламмариона к себе и поставил ему жесткое условие: либо Фламмарион, как сотрудник обсерватории, прекратит занятия, якобы несовместимые с работой серьезного исследователя, либо он может уходить на все четыре стороны. Так жестоко и несправедливо поступил человек, напрочь позабывший, как сам



Камиль Фламмарион (1842—1925).

он получил всемирную известность благодаря искренней и бескорыстной помощи со стороны старшего коллеги.

У Камиля Фламмариона перевесила тяга к литературному творчеству, и ему пришлось навсегда покинуть Парижскую обсерваторию. Но он сделал нечто несравненно более ценное, чем многие из современных ему ученых: он писал увлекательные книги по астрономии. Он познакомил с астрономией и зажег любовью к этой науке сердца десятков тысяч людей.

Книги Фламмариона создали эпоху. Многие из его читателей стали профессиональными астрономами, другие же пронесли лучшие воспоминания и интерес к этой науке через всю жизнь. А что же Леверье? Неблагодарный ученик Араго умер знаменитым, но не оставил после себя последователей и продолжателей. Никто никогда не скажет о нем, как о человеке, принесшем людям частицу тепла своего сердца.

Автор вспоминает о том, как, учась в школе, увлекался чтением книг по астрономии, о тех путях, которые привели его к профессиональным занятиям этой наукой. И автору хочется, чтобы эта книга понравилась ребятам, сослужила им добрую службу в выборе дальнейшего жизненного пути. И пусть они не станут астрономами, но ему хочется, чтобы они лучше знали и понимали эту древнюю и очень своеобразную науку.

Автору хотелось рассказать в этой книге не только об астрономах и астрономии. Ему хотелось показать астрономию как неотъемлемую часть всей мировой науки, показать ее неразрывную связь с физикой, математикой, с науками о Земле. Автор убежден, что в таком аспекте знание астрономии необходимо каждому образованному человеку.

Заканчивая книгу, автору хотелось бы вновь с благодарностью вспомнить многих своих учителей, старших коллег-астрономов. По их книгам он учился и продолжает учиться, благодаря беседам и общению со старшими коллегами он рос и формировался как астроном. Об этом он постоянно вспоминает с глубокой признательностью.

У Вселенной нет границ, и нет пределов процессу познания Природы. В раскрытии извечных тайн неба находили огромное удовлетворение сотни поколений ученых. И без конца его будут находить в этой работе идущие нам на смену молодые поколения.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Гурштейн Александр Аронович

ИЗВЕЧНЫЕ ТАЙНЫ НЕБА

Редактор *Величко Л. Л.*
Редактор карты *Подольская М. Я.*
Рисунки художников *Ермолова В. А.* и *Балалова Р. А.*
Переплет художника *Казакевича В. З.*
Художественный редактор *Алябьева Т. А.*
Технический редактор *Квасницкая И. В.*
Корректоры *Иванова К. А., Михеева Л. П.*

Сдано в набор 7/VIII 1972 г. Подписано к печати 2/II 1973 г. 60 × 90¹/₁₆. Бумага тип. № 1. Печ. л. 16 + вкл. 1,125. Уч.-изд. л. 17,52 + вкл. 1,05. Тираж 100 тыс. экз. А07018.

Издательство «Просвещение» Государственного комитета Совета Министров РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Головное предприятие республиканского производственного объединения «Полиграфкнига» Госкомиздата УССР, г. Киев, Довженко, 3. Заказ № 2—1724.
Цена без переплета 53 к.,
переплет 14 к.

Наблюдения через узкие щели между камнями Стоунхенджа с высокой точностью фиксировали восходы и заходы Луны и Солнца в различных стадиях их видимого перемещения по небу

Обсерватория каменного века Стоунхендж. Вид с севера. Хорошо видна восточная, наиболее сохранившаяся до настоящего времени часть основного кольца опор с лежащими на них сверху горизонтальными плитами. Из пяти узких каменных арок, расположенных в центре кольца в форме подковы, полностью до настоящего времени сохранились три.



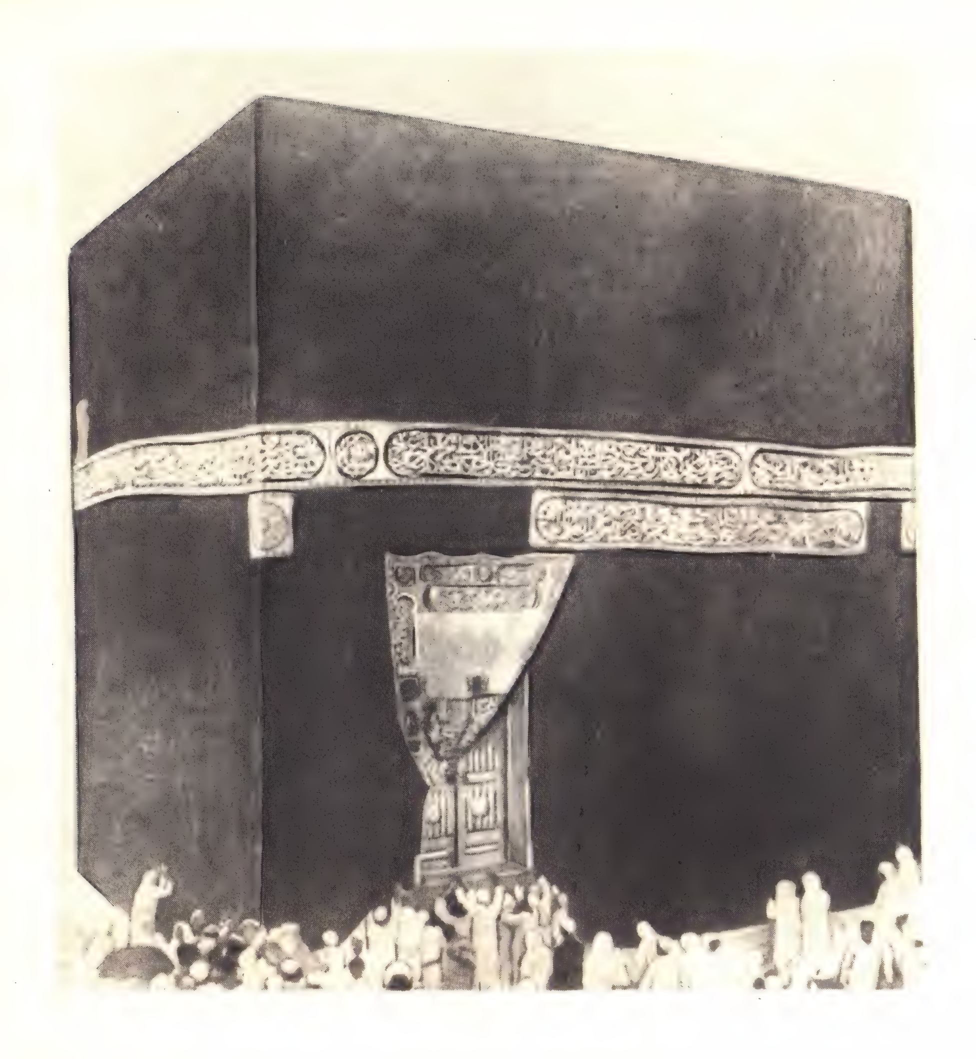


Каменный календарь ацтеков — 25-тонный базальтовый монолит, высеченный в форме круга диаметром более трех с половиной метров, служит уникальным памятником астрономической культуры древних обитателей Мексики. В 1968 г. он стал символом XIX летних Олимпийских игр.

Фигура юноши с солнечными часами на средневековом кафедральном соборе в г. Страсбурге.

Астрономические сюжеты ассирийской цилиндрической печати IX в. до н. э.





На земле Саудовской Аравии в древнем городе Мекке находится здание кубической формы, задрапированное специальным черным покрывалом,— храм Кааба, место паломничества мусульман. Внутри в одну из стен храма вмурован священный черный камень, которому поклонялись еще в доисламскую эпоху. Священный камень Каабы действительно сошел с неба — это метеорит.

NICOLAI COPERNICI

net, in quo terram cum orbe lunari tanquam epicyclo contineri diximus. Quinto loco Venus nono menſe reducitur. Sextum deniq; locum Mercurius tenet, octuaginta dierum ſpacio circū currens. In medio uero omnium reſidet Sol. Quis enim in hoc



pulcherimo templo lampadem hanc in alio uel meliori loco poneret, quàm unde totum ſimul poſsit illuminare? Siquidem non ineptè quidam lucernam mundi, alij mentem, alij rectorem uocant. Trimegiſtus uiſibilem Deum, Sophoclis Electra intuentē omnia. Ita profecto tanquam in ſolio regali Sol reſidens circum agentem gubernat Aſtrorum familiam. Tellus quoq; minime fraudatur lunari miniſterio, ſed ut Ariſtoteles de animalibus ait, maximā Luna cū terra cognationē habet. Concipit interea à Sole terra, & impregnatur annuo partu. Inuenimus igitur ſub hac

Страница из первого издания книги Коперника «Об обращениях небесных сфер» с гелиоцентрическим планом Солнечной системы.

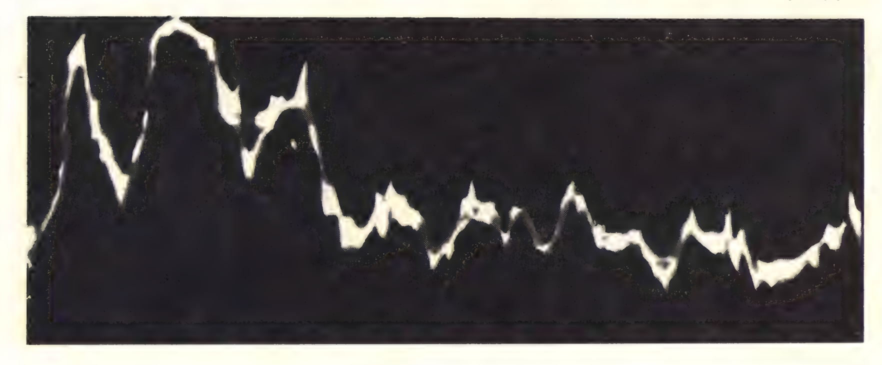
Комета Беннета, сфотографированная в ночь со 2 на 3 апреля 1970 г. в Абастуманской астрофизической обсерватории АН Грузинской ССР. Фото О. Р. Балквадзе.



Фотография области неба вблизи северного полюса мира сделана ночью неподвижным аппаратом. Затвор аппарата оставался открытым около 3 *ч*. Звезды за это время, вращаясь вокруг полюса мира, оставили на фотопленке свои следы. Полярная звезда настолько близка к полюсу, что описывает при движении вокруг него маленькую окружность. Воображаемые окружности, по которым происходит видимое суточное вращение звезд на небосводе — на нашей фотографии запечатлелись части этих окружностей,— носят название *суточных параллелей*.

След вспышки сверхновой звезды 1054 г. — Крабовидная туманность.

Осциллографическая запись радиоизлучения пульсара. Слева — наблюдаемые пики излучения, справа — уровень «шума» приемной аппаратуры.



Крупнейший из телескопов Вильяма Гершеля с диаметром зеркала 120 *см*, сооружение которого завершено в 1789 г.

Объектив телескопа — это огромный искусственный «зрачок», который собирает свет с гораздо большей площади, чем глаз человека.



Астронавт работает на поверхности Луны.

Лунная поверхность в районе Моря Дождей. Фрагмент одной из многочисленных телепанорам лунной поверхности, переданных в 1970—1971 гг. с борта «Лунохода-1».





Ю. А. Гагарин перед космическим полетом.

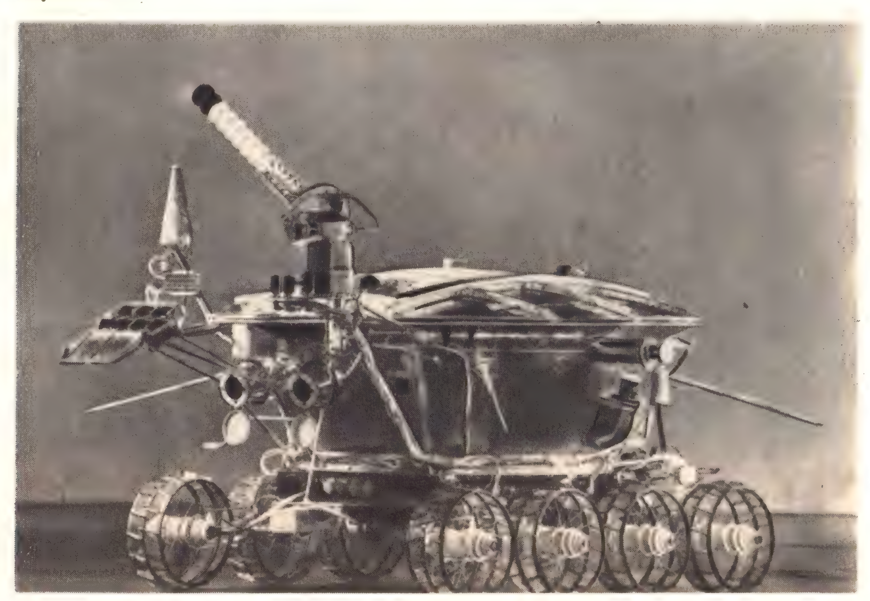
С. П. Королев и Ю. А. Гагарин.



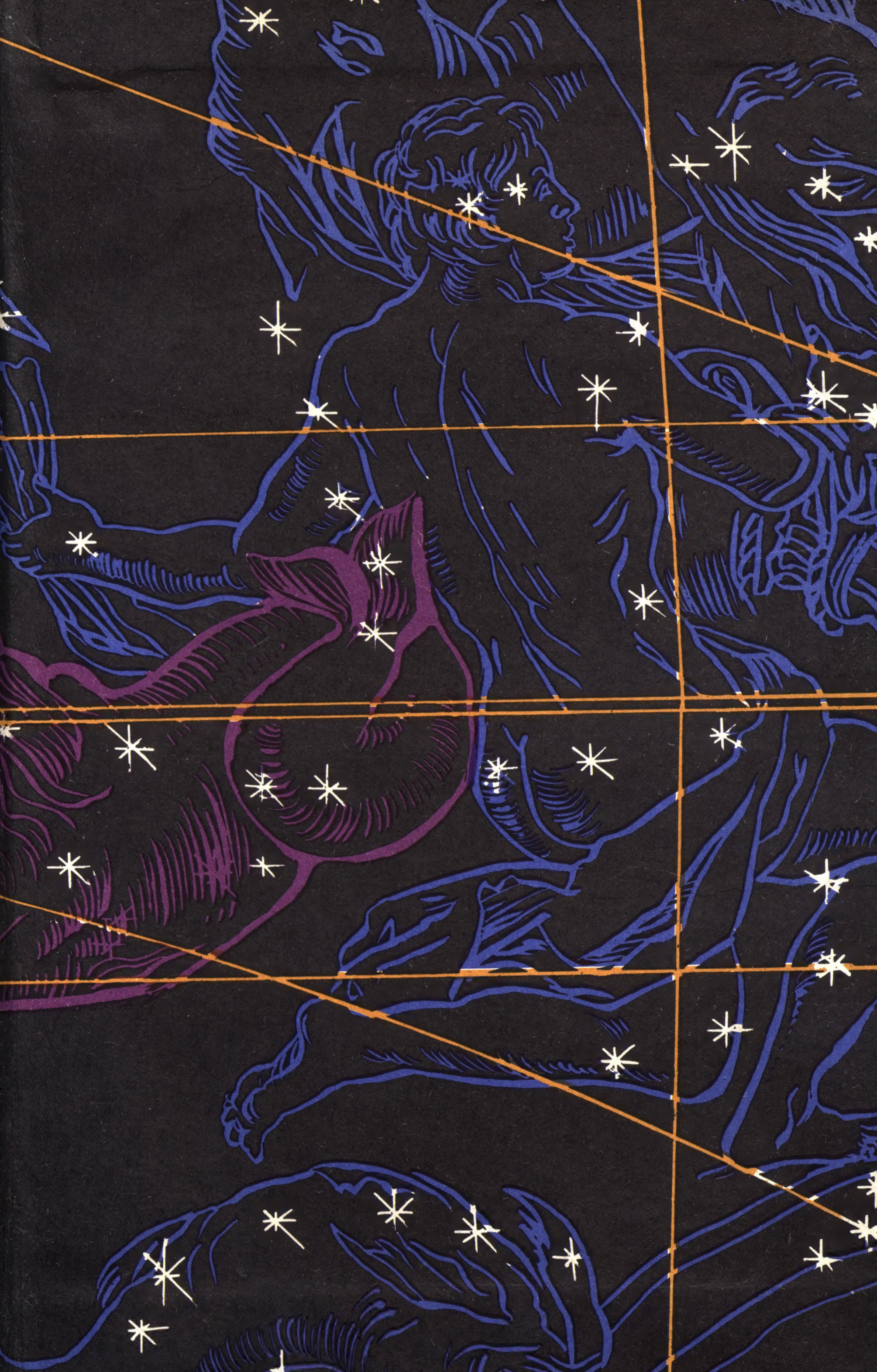
Бюст академика С. П. Королева работы скульптора Г. Постникова.

Советская автоматическая лунная станция «Луна-9».

«Луноход-1».








67 коп.



Гурштейн
Извечные тайны неба